

**РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ
ДЛЯ РАБОЧИХ СВАРОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ

ДЛЯ РАБОЧИХ СВАРОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Идентификационный код ВКР: 074

Исполнитель:
студент группы СМ-401п

Д.А.Боровкова

Руководитель:
доц., канд. пед. наук

М.А. Федулова

Нормоконтролер:
доц., канд. техн. наук

Л.Т.Плаксина

Екатеринбург 2019

АННОТАЦИЯ

Выпускная квалификационная работа выполнена на 115 страницах, содержит 16 рисунков, 17 таблиц, 25 источников литературы.

Ключевые слова: ДОПОЛНИТЕЛЬНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ, ПРОГРАММА ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ ПРОФЕССИЯ «СВАРЩИК», КОМПЕТЕНЦИЯ «СВАРОЧНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ», УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ.

Боровкова Д.А. «Разработка программы повышения квалификации для рабочих сварочного производства: выпускная квалификационная работа / Д.А.Боровкова; Рос. гос. проф.-пед. ун-т, Ин-т. Инж.-пед. образования, Каф. инжиниринга и профессионального обучения в машиностроении и металлургии. – Екатеринбург, 2019. – 115 с.

Краткая характеристика содержания ВКР:

1.Тема выпускной квалификационной работы «Разработка программы повышения квалификации для рабочих сварочного производства»».

2. Цель работы: разработать программу повышения квалификации для рабочих сварочного производства на базе производственного участка предприятия.

3.В ходе выполнения выпускной квалификационной работы была изучена нормативно-правовая документация в сфере дополнительного профессионального образования, произведён анализ профессионального стандарта «Сварщик», составлен учебный план на основе рекомендаций института повышения квалификации, составлен тематический план для курса теоретического и практического обучения, разработаны материалы для проведения уроков.

4.Результаты данной работы могут быть применены для повышения квалификации рабочих по профессии сварщик на производсвенном участке предприятия.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	6
1 Методический раздел.....	8
1.1 Теоретические основы дополнительного профессионального образования	8
1.2 Основные нормативные документы, регламентирующие порядок осуществления дополнительного профессионального образования	10
1.2.1 Профессиональный стандарт как характеристика квалификации	14
1.3 Структура системы дополнительного профессионального образования..	18
1.4 Методические рекомендации по составлению дополнительных профессиональных программ с учетом соответствующих профессиональных стандартов.....	22
2.Разработка программы повышения квалификации по профессии «Сварщик частично механизированной сварки» 4-5 разряд.....	28
2.1 Анализ профессионального стандарта «Сварщик» в контексте «Сварщик частично-механизированной сварки»	28
2.2 Разработка образовательной программы повышения квалификации для рабочих сварочного производства.....	32
2.3 Разработка тематического плана производственного обучения	36
2.4 Разработка методики проведения учебных занятий по циклу предметов «Специальные технологии»	38
3.Технологический раздел.....	54
3.1 Назначение и описание конструкции хребтовой балки вагона.....	55
3.2 Характеристика стали и её свойства	57
Особенности свариваемости стали 14ХГС.....	58
3.3 Выбор способа сварки.....	65
3.4 Описание и выбор сварочных материалов для сварки стали 14хгс	72
3.5 Расчёт режимов сварки.....	79

3.6	Изготовление деталей хребтовой балки.....	90
3.7	Выбор технологического оборудования.....	92
3.8.	Обоснование выбора оборудования для сборки	98
3.9.	Обоснование выбора оборудования для сварки	99
3.10	Контроль качества сварных соединений	105
3.11	Технология производства хребтовой балки полувагона.....	108
	Приложение А	111
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	114
	Список использованных источников	Ошибка! Закладка не определена.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время строительство производственных предприятий и объектов широкого пользования (типа развлекательных центров и пр.) растёт с огромной скоростью, и сохранить конкуренцию на этом рынке весьма не просто. Любая организация желает быть производительной, использовать только современные технологии и, соответственно, предоставлять заказчику качественную продукцию.

Как известно для того, чтобы производить высококачественную продукцию необходимо чтобы её выполняли знающие своё дело специалисты. В данном случае большую роль играет образование работников и их квалификация. Но, современное общество отличает быстрое устаревание информации, следствием которого является обесценивание специальных профессиональных знаний, что в свою очередь создает необходимость возобновления профессионального образования. Средняя норма времени обновления прикладных, а во многом и базовых, профессиональных знаний в технологически продвинутых отраслях составляет 3–5 лет, на протяжении которых обесценивается до трети специальных знаний работника. Таким образом, за время активной деятельности человеку предстоит возобновлять свое профессиональное образование три-четыре раза, что приводит к возникновению спроса на последующее и продолжающееся образование. Эта тенденция наиболее ярко проявляется в необходимости непрерывного образования.[1] Тем самым, в интересах работодателя предоставить возможность своим опытным специалистам развивать свои знания и модернизировать под современные тенденции развития производства на благо производительности своего предприятия. Для этого необходимы методы и средства по разработке специальных программ, которые гарантированно обеспечат повышение квалификации рабочих, позволяя в короткие сроки приобрести необходимые теоретические и практические умения и навыки для того, чтобы сохранять высокую личную конкурентноспособность на рынке труда, а так же самого

предприятия в целях его развития и, как следствия получения высокой прибыли. Следовательно, актуальность данной работы весьма высока, потому что технологии в производственной сфере ежегодно развиваются, а работникам в этой области необходимо соответствовать новым течениям.

Таким образом, *объектом* данной работы является процесс повышения квалификации рабочих сварочного производства.

Предмет изучения- формирования профессиональных компетенций рабочих при реализации программы повышения квалификации.

Целью данной работы является разработка программы повышения квалификации для рабочих по профессии сварщик.

- *Задачи:* изучение нормативно-правовой базы в сфере дополнительного профессионального образования;
- Анализ профессионального стандарта «Сварщик»;
- Изучение рекомендаций по составлению программ повышения квалификации.
- Разработка учебного плана программы повышения квалификации;
- Разработка тематического плана циклов тем теоретического и практического обучения в зависимости от сроков и поставленных предприятием целей;
- Разработка методики проведения занятий по циклу тем «Специальные технологии»

Методы, применяемые при выполнении данной работы:

- изучение нормативно-педагогической и научной литературы;
- анализ нормативных документов;
- синтез;
- сравнение;

1 Методический раздел

1.1 Теоретические основы дополнительного профессионального образования

В современном мире образование является одной из базовых категорий развития как отдельного индивида, так и общества в целом. К середине XX века сложилась устойчивая тенденция к увеличению профессиональных и специальных знаний, а получившая к концу XX века широкое распространение. Теория информационного общества привела к необходимости пересмотра системы традиционного образования, в том числе и профессионального. С середины 60-х годов в Советском Союзе начинает развиваться система институтов повышения квалификации специалистов и руководящих работников в различных отраслях народного хозяйства. К девяностым годам необходимость дополнительного профессионального образования в связи с изменившимися экономическими условиями стала более чем актуальна.

В связи с быстро развивающимися тенденциями постиндустриального информационного общества человеку требуется постоянно пополнять и обновлять свои знания, поэтому все большую актуальность приобретают разработка и освоение различных моделей непрерывного обучения.

Под понятием «образование» подразумевается единый целенаправленный процесс воспитания и обучения, являющийся общественно значимым благом и осуществляемый в интересах человека, семьи, общества и государства, а также совокупность приобретаемых знаний, умений, навыков, ценностных установок, опыта деятельности и компетенций определенных объема и сложности в целях интеллектуального, духовно-нравственного, творческого, физического и (или) профессионального развития человека, удовлетворения его образовательных потребностей и интересов. В свою очередь *дополнительное профессиональное образование* является сегодня зало-

гом как личной конкурентоспособности работника на современном рынке труда, так и организации, поскольку квалификация сотрудников напрямую связана с конкурентоспособностью компании. В настоящее время дополнительное профессиональное образование (ДПО) является частью системы непрерывного образования.

Сегодня формы получения ДПО достаточно разнообразны – от краткосрочных курсов повышения квалификации, до программ профессиональной переподготовки и получения второго высшего образования. Форма и срок получения ДПО зависят от целей, которые преследуются тем или иным заинтересованным лицом.

В связи с тем, что Россия является участником Всемирной торговой организации, особенно актуальной стала тема подготовки и переподготовки конкурентно способных отечественных специалистов. Дополнительное профессиональное образование может стать определяющим элементом в решении данной проблемы, так как именно оно выполняет функции адаптации компетентности кадров к быстро меняющимся конъюнктуре рынка и его требованиям.

Эффективность деятельности структур в сфере дополнительного образования обеспечивается регулирующим и опережающим характером содержания обучения, формированием насущных профессиональных компетенций, ориентацией на развитие специалиста как личности и индивидуализацией учебного процесса.

Основными целями создания системы нормативно-правового обеспечения дополнительного профессионального образования можно определить следующие:

- обеспечение прав граждан на непрерывное образование в течение всей жизни;
- формирование мотивации работодателей и работников к постоянному совершенствованию профессиональных и деловых качеств, обеспечению непрерывного образования;

- законодательное определение и предоставление налоговых и иных льгот гражданам и образовательным учреждениям ДПО для их эффективного функционирования и развития;
- совершенствование системы управления ДПО.

1.2 Основные нормативные документы, регламентирующие порядок осуществления дополнительного профессионального образования

273-ФЗ "Об образовании в Российской Федерации" является основным документом, регламентирующим деятельность в сфере дополнительного профессионального образования.

С точки зрения Федерального закона **"Об образовании в Российской Федерации"** *дополнительное профессиональное образование* - это целенаправленное профессиональное воспитание и обучение (подготовка), непрерывное повышение уровня профессиональных знаний, навыков и умений, формирование и развитие компетенций граждан в течение всей жизни для удовлетворения профессиональных и образовательных потребностей, адаптации к меняющимся условиям социальной среды и профессиональной деятельности, совершенствования профессиональной квалификации и подготовки к выполнению новых видов профессиональной деятельности на базе среднего профессионального образования и высшего образования[.]

Данная образовательная деятельность осуществляется посредством реализации дополнительных профессиональных программ (программ повышения квалификации и программ профессиональной подготовки), которые направлены на совершенствование и (или) получение новой компетенции, необходимой для профессиональной деятельности, и (или) повышение профессионального уровня в рамках имеющейся квалификации. Содержание дополнительной профессиональной программы определяется образовательной программой, разработанной и утвержденной организацией, осуществляющей образовательную деятельность, если иное не установлено настоящим Фе-

деральным законом и другими федеральными законами, с учетом потребностей лица, организации, по инициативе которых осуществляется дополнительное профессиональное образование, а её содержание должно учитывать профессиональные стандарты, квалификационные требования, указанные в квалификационных справочниках по соответствующим должностям, профессиям и специальностям, или квалификационные требования к профессиональным знаниям и навыкам, необходимым для исполнения должностных обязанностей, которые устанавливаются в соответствии с федеральными законами и иными нормативными правовыми актами Российской Федерации. В свою очередь к освоению этих программ допускаются лица, имеющие среднее профессиональное и (или) высшее образование, а так же лица, получающие среднее профессиональное и (или) высшее образование.

Формы обучения и сроки освоения дополнительных профессиональных программ определяются образовательной программой и (или) договором об образовании. Завершается освоение таких программ итоговой аттестацией обучающихся в форме, определяемой организацией, осуществляющей образовательную деятельность, самостоятельно, а лицам успешно освоившим соответствующую дополнительную профессиональную программу и прошедшим итоговую аттестацию, выдаются удостоверение о повышении квалификации и (или) диплом о профессиональной переподготовке. При освоении дополнительной профессиональной программы параллельно с получением среднего профессионального образования и (или) высшего образования удостоверение о повышении квалификации и (или) диплом о профессиональной переподготовке выдаются одновременно с получением соответствующего документа об образовании и о квалификации.

Регламентированный объем освоения программ повышения квалификации, согласно закону *"Об образовании в Российской Федерации"* не может быть менее 16 часов, а срок освоения программ профессиональной переподготовки менее 250 часов.

Приказ Минобрнауки России от 1 июля 2013 г. N 499 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам»

Данный приказ является дополнением к основному закону ***"Об образовании в Российской Федерации"*** и имеет ряд важных дополнений, регламентирующих деятельность в сфере дополнительного профессионального образования [].

В соответствии с представленным выше документом порядок организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам устанавливает правила организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам организациями, осуществляющими образовательную деятельность. Ниже рассмотрены основные положения приказа.

– К освоению дополнительных профессиональных программ допускаются: лица, имеющие среднее профессиональное и (или) высшее образование; лица, получающие среднее профессиональное и (или) высшее образование

– Дополнительное профессиональное образование осуществляется посредством реализации дополнительных профессиональных программ (программ повышения квалификации и программ профессиональной переподготовки)

– В структуре программы повышения квалификации должно быть представлено описание перечня профессиональных компетенций в рамках имеющейся квалификации, качественное изменение которых осуществляется в результате обучения. Реализация программы профессиональной переподготовки направлена на получение компетенции, необходимой для выполнения нового вида профессиональной деятельности, приобретение новой квалификации

– Для определения структуры дополнительной профессиональной программы и трудоемкости ее освоения может применяться система зачетных единиц. Количество зачетных единиц по дополнительной профессиональной программе устанавливается организацией

– Структура дополнительной профессиональной программы включает цель, планируемые результаты обучения, учебный план, календарный учебный график, рабочие программы учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), организационно-педагогические условия, формы аттестации, оценочные материалы и иные компоненты. Учебный план дополнительной профессиональной программы определяет перечень, трудоемкость, последовательность и распределение учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), иных видов учебной деятельности обучающихся и формы аттестации.

– Квалификация, указываемая в документе о квалификации, дает его обладателю право заниматься той или иной профессиональной деятельностью и (или) выполнять конкретные трудовые функции, для которых в установленном законодательством Российской Федерации порядке определены обязательные требования к наличию квалификации по результатам дополнительного профессионального образования, если иное не установлено законодательством Российской Федерации Лицам, не прошедшим итоговой аттестации или получившим на итоговой аттестации неудовлетворительные результаты, а также лицам, освоившим часть дополнительной профессиональной программы и (или) отчисленным из организации, выдается справка об обучении или о периоде обучения по образцу, самостоятельно устанавливаемому организацией.

– Оценка качества освоения дополнительных профессиональных программ проводится в следующих формах: внутренний мониторинг качества образования; внешняя независимая оценка качества образования. Организация самостоятельно устанавливает виды и формы внутренней оценки качества реализации дополнительных профессиональных программ и их результатов. Требования к внутренней оценке качества дополнительных

профессиональных программ и результатов их реализации утверждается в порядке, предусмотренном образовательной организацией. Организации на добровольной основе могут применять процедуры независимой оценки качества образования, профессионально-общественной аккредитации дополнительных профессиональных программ и общественной аккредитации организаций.

1.2.1 Профессиональный стандарт как характеристика квалификации

Впервые термин «профессиональный стандарт» был использован в 1997 г. В Программе социальных реформ в Российской Федерации на период 1996–2000 годов. До этого времени документом, на который ориентировались при создании программ по подготовке и повышению квалификации рабочих в системе профессионально-технического образования и непосредственно на самом производстве, являлся «Единый тарифно-квалификационный справочник работ и профессий рабочих» (ЕТКС), впервые появившийся в 1959 году. Но, в связи с развитием производственно-технической индустрии, имеющиеся в данном документе должностные функции по многим рабочим специальностям потеряли свою актуальность, попросту устарели. И, в 2018 году в соответствии с приказом Министерства труда и социальной защиты, это послужило причиной исключения квалификационной характеристики по профессии «сварщик». Основными отличиями профессиональных стандартов от квалификационных справочников является то, что в первых содержится не только описание трудовых функций, но и требования к образованию и обучению работников, так же установлены квалификации, полномочия и ответственность. Более того, в рамках применения профессионального стандарта существует система подтверждения ответственности, то есть наличие сертификата, диплома и т.п.

Таким образом, на сегодняшний день единственным нормативным документом, определяющим квалификацию работников по этой рабочей специальности является профессиональный стандарт, утверждённый приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 28.11.2019, который во второй половине 2016 года стал обязательным к применению на предприятиях и учебных заведениях и в последующем имел дополнения, вносимые в 2017 и 2018 годах. Профессиональный стандарт –это основа для формирования требований к соискателю при приёме на работу, так как содержат в себе современные требования к знаниям, навыкам и опыту специалистов, которые удовлетворяют текущие потребности современного промышленного производства. А также работодатели получают критерии для оценки персонала с целью повышения качества и производительности труда. Они позволяют чётко структурировать профессиональную деятельность работника за счёт описания требований к трудовым функциям и качеству их выполнения.

В сфере сварочного производства так же имеются следующие профессиональные стандарты: «Сварщик-оператор полностью механизированной автоматической и роботизированной сварки», «Контролер сварочных работ» и другие сопутствующие.

Так же имеют место быть так называемые корпоративные профессиональные стандарты. Они представляет собой требования к содержанию и качеству выполнения трудовой деятельности (функциям) работников различных квалификационных уровней в рамках определенной профессии/области профессиональной деятельности, разработанные с учетом корпоративных потребностей, особенностей организации производства, труда и управления, прав и ответственности работников компании/отрасли.

Разрабатываются профессиональные стандарты: объединениями работодателей, профессиональными сообществами, саморегулируемыми организациями, некоммерческие организации с участием образовательных

организаций профессионального образования (например, Московский институт повышения квалификации и др.)

Итак, профессиональный стандарт – характеристика квалификации, необходимой работнику для осуществления определенного вида профессиональной деятельности, в том числе выполнения определенной трудовой функции.

Профессиональный стандарт – многофункциональный документ, который применяется:

- в сфере труда – для управления персоналом, формирования кадровой политики;
- в системе профессионального образования – при разработке и актуализации федеральных государственных образовательных стандартов и программ (в части профессиональной составляющей), профессионально-общественной аккредитации образовательных программ);
- при независимой оценке квалификации.

При применении профессиональных стандартов необходимо руководствоваться:

1. Трудовым кодексом Российской Федерации (далее – Кодекс): наименования должностей, профессий, специальностей и квалификационные требования к ним должны соответствовать наименованиям и требованиям, указанным в квалификационных справочниках или профессиональных стандартах, если в соответствии с Кодексом или иными федеральными законами с выполнением работ по этим должностям, профессиям, специальностям связано предоставление компенсаций и льгот либо наличие ограничений;

Так же важно учитывать что, что требования к квалификации работников, содержащиеся в профессиональных стандартах, обязательны для работодателя в случаях, если они обусловлены Кодексом, другими федеральными законами, иными нормативными правовыми актами Российской Федерации.

Обязательность применения профессиональных стандартов устанавливается для случаев, определенных Трудовым кодексом Российской Федерации.

2. Постановлением Правительства Российской Федерации «Об особенностях применения профессиональных стандартов» в части требований, обязательных для применения государственными внебюджетными фондами Российской Федерации, государственными или муниципальными учреждениями, государственными или муниципальными унитарными предприятиями, а также государственными корпорациями, государственными компаниями и хозяйственными обществами, более пятидесяти процентов акций (долей) в уставном капитале которых находится в государственной собственности или муниципальной собственности» (далее – Постановление).

Постановлением предусматривается, что профессиональные стандарты используются организациями с государственным участием, перечисленными в постановлении, поэтапно на основе утвержденных планов с учетом мнения представительного органа работников.

3. Федеральным законом «Об образовании в Российской Федерации», в котором указано, что формирование требований федеральных государственных образовательных стандартов профессионального образования к результатам освоения основных образовательных программ профессионального образования в части профессиональной компетенции реализуется на основе соответствующих профессиональных стандартов (при наличии).

4. Федеральным законом «О независимой оценке квалификации», который говорит о том, что независимая оценка квалификации работников или лиц, претендующих на осуществление определенного вида трудовой деятельности, обязаны пройти процедуру подтверждения соответствия квалификации соискателя положениям профессионального стандарта или квалификационным требованиям, установленным федеральными законами и иными нормативными правовыми актами Российской Федерации. Проводится

данная процедура центром оценки квалификаций в соответствии с настоящим Федеральным законом.

Профессиональные стандарты являются важным элементом Национальной системы квалификаций.

Структура профессионального стандарта представляется следующим образом:

1) «Общие сведения», что включает наименование вида профессиональной деятельности, основную цель вида профессиональной деятельности;

2) «Описание трудовых функций» содержит перечень трудовых функций и их уровни квалификаций.

3) «Характеристика обобщенных трудовых функций» содержит в себе перечень необходимых знаний, умений и навыков, приобретённых обучающимися в ходе освоения программ в рамках того или иного профессионального стандарта.

В данной работе речь идёт об использовании профессионального стандарта «Сварщик». Так же в области сварочного производства имеются такие стандарты как «Сварщик-оператор полностью механизированной, автоматической и роботизированной сварки», «Резчик термической резки металлов», «Контролер сварочных работ» и др.

1.3 Структура системы дополнительного профессионального образования

В начале 21 века в условиях спада промышленного и другого производства и перехода к рыночной экономике появляется необходимость переподготовки и повышения квалификации миллионов специалистов, а также безработных, бывших военнослужащих, иммигрантов, переселенцев. В связи с этим, возрастает роль дополнительного профессионального образования и появляется предложение программ дополнительного профессионального об-

разования на рынке. Благодаря переподготовке специалистов понижается уровень безработицы, в условиях перехода к рынку снижается социальная напряженность, люди получают возможность находить себе профессию, способную обеспечить им достойный уровень жизни.

Данный процесс имеет высокую степень гибкости. Современное дополнительное образование подстраивается под потребности целевой аудитории, оно само в состоянии выбрать методы, формы и средства обучения. Появляется возможность сочетания высокого уровня мотивации обучения с результативными методами профессионального и личностного обучения и развития.

Главные цели дополнительного профессионального образования в системе непрерывного образования граждан Российской Федерации:

- повышение квалификации работников, исходя из современных потребностей производства;
- удовлетворение потребностей работодателя в повышении квалификации и профессиональной переподготовке кадров;
- формирование и стимулирование потребностей в повышении квалификации и профессиональной переподготовке кадров;
- обеспечение социальной защищенности, социальной реабилитации и занятости специалистов и др.

Основными задачами дополнительного профессионального образования является:

- удовлетворение потребностей специалистов в получении знаний в развивающихся производственных отраслях, а так же достижениях науки и техники, передовом отечественном и зарубежном опыте;
- организация и проведение повышения квалификации и профессиональной переподготовки специалистов предприятий (объединений), организаций и учреждений, государственных служащих, высвобождаемых работников, незанятого населения и безработных граждан;

- создание дополнительных образовательных возможностей для широкого круга потенциальных слушателей.

Виды получения дополнительного профессионального образования:

- повышение квалификации;
- профессиональная переподготовка кадров.

Некоторые специалисты выделяют третий вид— *стажировка*. Однако вышеупомянутым законом стажировка к отдельному виду не относится, а определяется как практическая составляющая повышения квалификации и профессиональной переподготовки.

Итак, *повышение квалификации* - это актуализация профессиональных навыков и компетенций специалистов, повышение их профессионального уровня. Например, на завод поступило новое оборудование, которое имеет определенные инновационные составляющие элементы и отличное от старого управления. Посредством такого оборудования можно существенно повысить уровень производительности и уровень финансовой стабильности компании, но ведущие специалисты никогда не пользовались с подобным оборудованием и не представляют, как осуществлять рабочую деятельность. Руководитель может осуществить процесс найма новых сотрудников, но это спровоцирует серьезное количество кадровых сложностей и рискует потерять ценных и опытных сотрудников. Ведущие же специалисты работают на предприятии давно, руководство им доверяет и считает их профессионалами широкого спектра. Чтобы улучшить качество их работы и сформировать нужный уровень знаний, руководство отправляет их на курсы повышения квалификации именно по вопросу использования четко определенного оборудования.

Повышение квалификации требуется в следующих случаях:

- необходимо «освежить» знания и навыки после длительного перерыва в работе (декрет, служба в Армии, продолжительная болезнь и пр.);

- расширение должностных обязанностей, для исполнения которых недостаточно имеющихся профессиональных компетенций, теоретических знаний и умений;

- устранить случаи травматизма на рабочем месте по вине персонала;

- сотрудник желает повысить разряд/категорию.

Профессиональная переподготовка - получение дополнительных профессиональных навыков, необходимых для нового вида деятельности, должности или получения другой профессии. Под профессиональной переподготовкой понимается обучение тех лиц, которые уже имеют определенную должность или профессию в определённой сфере деятельности, но хотят получить новую, в собственных интересах или с учетом потребностей на производстве.

Виды программы профессиональной переподготовки

Они бывают нескольких видов:

- С целью усовершенствовать уже имеющуюся профессиональную деятельность. Такая переподготовка рекомендована специалистам в рамках конкретно их профессии. Пройденное обучение может усовершенствовать или дополнить уже имеющиеся знания и умения для дальнейшей компетентной работы. Учебные программы такого курса разрабатываются под конкретные профессии и учитывают квалифицированные требования. В данном случае обязательно условие - наличие законченного среднего профессионального или высшего образования. Обучение длится полгода, после которого специалист получает диплом или сертификат установленного образца о пройденной профессиональной переподготовке.

- Для того чтобы получить дополнительную квалификацию.

Получить дополнительную квалификацию могут специалисты, уже имеющие полное высшее или среднее профессиональное образование. Если учащийся находится на стадии обучения (студент), то результаты по пе-

ресекающимся дисциплинам будут зачтены, как пройденные академические единицы.

В настоящее время в России дополнительное образование существует в следующих формах:

- очной (дневной, вечерней, в рамках выходного дня);
- дистанционной;
- заочной.

Все перечисленные виды и формы дополнительно профессионального образования реализуются в специальных учебных центрах, таких как НАКС (национальное агентство контроля сварки), на базе средне-специальных учебных заведениях, а так же в учебных центрах производственных организаций.[]

1.4 Методические рекомендации по составлению дополнительных профессиональных программ с учетом соответствующих профессиональных стандартов.

Для разработки учебно-программной документации **дополнительных профессиональных программ** основой, в первую очередь, являются требования Профессионального стандарта по рассматриваемой профессии.

Учебно-программная документация для программ повышения квалификации рабочих опирается на последовательное совершенствование их профессионального мастерства по имеющийся профессии. Ориентиром для создания на местах программ повышения квалификации могут быть примерные учебные и тематические планы для повышения квалификации, помещённые в сборниках учебных программ, разработанных Институтом развития профессионального образования для подготовки рабочих. Одним из них является Московский институт повышения квалификации.

При переподготовке рабочих со средним специальным образованием по профессии, родственной их предыдущей специальности,

предусматривается изучение теоретических вопросов специальной технологии, которые непосредственно относятся к практическому обучению, и курс практического обучения, позволяющий сформировать умения и навыки, соответствующие определённой рабочей квалификации.

Рекомендации к разработке учебного плана

1) Учебный план для подготовки, переподготовки или повышения квалификации рабочих подразумевает наименование и последовательность изучения курсов и предметов, распределение временных затрат на теоретическое и практическое обучение, консультации и квалификационный экзамен.

2) Теоретическое обучение при подготовке, переподготовке и повышения квалификации рабочих содержит в себе экономический, общетехнический и специальные курсы.

3) Соотношение учебного времени на теоретическое и практическое обучение при подготовке новых рабочих, переподготовке и повышении квалификации определяется в зависимости от характера и сложности осваиваемой профессии, сроков и специфики профессионального обучения рабочих.

4) Изучаемые вопросы экономики должны органически увязываться с профессиональной подготовкой рабочих в ходе преподавания специальных дисциплин и практического обучения. Содержание экономического курса должно включать в себе особенности развития и тенденции экономического роста предприятия.

5) Время на изучение вопросов охраны труда определяется с учётом специфики профессий, особенностей условий труда и сроков обучения.

6) Резерв времени, выделяемый для изучения новой техники или технологии зависит от особенностей конкретного производства, но может быть использован и для других целей.

7) Время на квалификационный экзамен предусматривается для проведения устного опроса и выделяется из расчёта до 15 минут на одного

обучающегося. Время на квалификационную пробную работу выделяется за счёт практического обучения.

Программы теоретического обучения

Основной задачей теоретического обучения является формирование у обучающихся системы знаний об основах современной техники и технологии производства, организации труда в объеме, необходимом для прочного овладения профессией и дальнейшего роста профессиональной квалификации рабочих.

Рекомендации к разработке программы теоретического обучения

1) Программы теоретического обучения для подготовки и повышения квалификации рабочих составляется на основе квалификационной характеристики, учебного и тематического планов;

2) Каждая тема программы должна иметь: название и содержание, в котором содержаться основные понятия, явления, законы, принципы, возможный перечень обязательных лабораторно-практических работ и другое;

3) Учебный материал специального и общетехнического курсов при подготовке новых рабочих должен быть согласован во времени и по содержанию с учебным материалом их общеобразовательной подготовки;

4) Содержание программ должно отражать развитие и дальнейшее совершенствование соответствующей сфере производства, современный уровень ее техники и технологии, а так же отвечать требованиям действующих нормативов, ГОСТов и стандартов;

5) Если специфика профессии требует знаний устройства и работы большого количества оборудования различных марок, типов и квалификаций, в специальном курсе необходимо предусмотреть изучение принципиальных схем устройства и работы типового оборудования, типовых технологических процессов и карт, характерных для данной группы предприятий.

Программа практического обучения

Практическое обучение является основой составляющей профессионально-экономической подготовки и воспитания обучающихся. Оно должно создавать экономические и организационные условия для стимулирования качественного производительного труда, инициативы и предприимчивости в новых условиях хозяйственности.

Содержание практического обучения должно предусматривать органическую взаимосвязь формирования профессиональных устойчивых навыков высокой культуры труда, бережливого и хозяйского отношения к орудиям труда, гражданской ответственности за экологическую обстановку окружающей среды, выполнения трудовой и технологической дисциплины.

Рекомендации к разработке программы практического обучения

1) Программа практического обучения для подготовки и повышения квалификации рабочих составляется на основе квалификационной характеристики, учебного и тематических планов.

2) Программа должна раскрывать содержание обучения в учебных мастерских и производственных помещениях, а так же на рабочих местах предприятий.

3) Материал программы должен включать чёткие и сжатые формулировки, отражающие сущность умений и навыков, формируемых у обучающихся, с учётом требований актуальных и действующих нормативов, правил, инструкций, а так же временных затрат, отведённых на изучение предмета. Особое внимание в каждой теме программы следует уделить технике безопасности выполнения работ по профессии, рациональной организации рабочих мест, экономному расходованию сырья и материалов, повышению производительности труда и эффективности работы предприятия, бережному отношению к оборудованию, инструментам и технологической оснастке и эффективности производства.[]

4) При повышении квалификации рабочих программа практического обучения должна учитывать более глубокие специальные знания по про-

фессии, ранее приобретённые производственные умения, необходимые для работы на более сложном оборудовании, а так же для выполнения более сложных видов работ соответствующего разряда, с учётом перспективы развития.

Учебные планы и программы должны отвечать следующим требованиям:

- Обеспечивать формирование профессиональных знаний и умений в соответствии с требованиями характеристик и заказчика на подготовку кадров;
- Создавать возможность дифференцированного подхода к организации обучения с учётом образовательной и профессиональной подготовки;
- Обеспечивать преемственность и взаимосвязь профессионального обучения;
- Предусматривать возможность сочетания производственного обучения с производительным трудом;
- Учебные планы и программы разрабатываются в соответствии с требованиями, содержащимися в профессиональном стандарте;
- Перечнем профессий для профессиональной подготовки рабочих кадров;
- Дополнениями и изменениями к Федеральному закону и профессиональному стандарту по профессии.[]

Рекомендуемые часы

Если программа повышения квалификации реализуется месяц (30-31 календарных дней), то рекомендуется для теоретического обучения по профессии отводить 34 часа, а для производственного обучения 104. Срок обучения 1,5 месяца подразумевает отводить на теоретическое обучение 98 часов, на производственное 144. Срок обучения 5-6 месяцев включает в себя так же раздел теоретического обучения, реализуемый в пределах 104 академических часа, а производственное обучение 244.

На консультирование и квалификационный экзамен во всех реализуемых программах в данном случае, рекомендуется 6 часов и 8 часов соответственно.

2.Разработка программы повышения квалификации по профессии «Сварщик частично механизированной сварки» 4-5 разряд

2.1 Анализ профессионального стандарта «Сварщик» в контексте «Сварщик частично-механизированной сварки»

Предприятие ООО «Паритет» является крупной компанией по производству и монтажу металлоконструкций. С каждым годом конкуренция на производственном рынке растёт, и не секрет, что для того, чтобы оставаться востребованным предприятием, необходимо в первую очередь иметь высококвалифицированных сотрудников и иметь высокотехнологичное современное оборудование.

В виду того, предприятие получило ответственный и крупный заказ по производству и монтажу резервуаров для нефтепродуктов, было принято решение закупить более высокотехнологичное оборудование и научить работать на нём уже опытных специалистов. Более того, заказ является нетипичным для данного предприятия. Все вышеперечисленные факторы послужили причиной принятия решения о повышении квалификационного разряда сварщиков. Для этого необходимо в короткие сроки переквалифицировать рабочих с минимальной потерей временных, финансовых и трудовых ресурсов.

В данной ситуации имеет смысл разработка программы повышения квалификации сварщиков частично механизированной сварки 5 разряда, которую рационально реализовать на базе производственного участка предприятия. Необходимое условие реализации программы-

Первое, что необходимо сделать, это обратиться к профессиональному стандарту 40.002 «Сварщик», утвержденному приказом Министерством труда и социальной защиты от 28 ноября 2013 года и провести анализ обобщённых трудовых функций для сварщиков 3 квалификационного разряда и 5 соответственно.

Опираясь на рассматриваемый профессиональный стандарт, рабочие по специальности сварщики частично механизированной сварки/наплавки должны владеть умениями и навыками, относящимися к определённым обобщённым трудовым функциям. Для сварщиков частично механизированной сварки 2-3 разряда они именуется кодом А «Подготовка, сборка, сварка и зачистка после сварки сварных швов элементов конструкции (изделий, узлов, деталей). Далее для присвоения квалификационного уровня рабочий должен обладать соответствующими ему трудовыми функциями.

На данном предприятии работают сварщики, уже имеющие присвоенную им квалификацию, «Сварщик частично механизированной сварки, наплавки простых деталей и не ответственных конструкций», именуемой кодом А/05.2, согласно. Профессиональному стандарту Сварщик код 40.002. Для того, чтобы выявить знания, умения и навыки, необходимые для присвоения более высокой квалификации т.е сварщик частично механизированной сварки 4-5 разряда, содержащимися под кодом В/04.3, рассматриваемого документа, так же необходимо обратиться к обобщённым трудовым функциям (код В) «Сварка и наплавка сложных и ответственных конструкций(оборудования, изделий, узлов, трубопроводов деталей, из различных материалов (сталей, чугуна, цветных металлов). Данные трудовые функции необходимо сравнить для сопоставления и составления программы повышения квалификации.

Сравнительный анализ приведён в таблице 1.

Таблица 1- Сравнение трудовых функций профессии

Наименование трудовых функций	Сварщик частично механизированной сварки (код А/05.2)	Сварщик частично механизированной сварки (код В/04.3)
1	2	3

Продолжение таблицы 1

1	2	3
Необходимые умения	<p>, Проверять работоспособность и исправность оборудования для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением</p> <p>Настраивать сварочное оборудование для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением</p> <p>Выбирать пространственное положение сварного шва для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением</p> <p>Владеть техникой предварительного, сопутствующего (межслойного) подогрева металла в соответствии с требованиями производственно-технологической документации по сварке</p> <p>Владеть техникой частично механизированной сварки (наплавки) плавлением простых деталей ответственных конструкций в нижнем, вертикальном и горизонтальном пространственном положении сварного шва</p> <p>Контролировать с применением измерительного инструмента сваренные частично механизированной сваркой плавлением простые детали на соответствие геометрических размеров требованиям конструкторской и производственно-технологической документации по сварке</p> <p>Пользоваться конструкторской, производственно-технологической и нормативной документацией</p>	<p>Владеть необходимыми умениями, предусмотренными трудовой функцией по коду А/05.2 настоящего профессионального стандарта</p> <p>Проверять работоспособность и исправность сварочного оборудования для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением, настраивать сварочное оборудование для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением с учетом его специализированных функций (возможностей)</p> <p>Владеть техникой частично механизированной сварки (наплавки) плавлением во всех пространственных положениях сварного шва сложных и ответственных конструкций</p> <p>Пользоваться конструкторской, производственно-технологической и нормативной документацией для выполнения данной трудовой функции</p> <p>Исправлять дефекты частично механизированной сваркой (наплавкой)</p>

Окончание таблицы 1

1	2	3
Необходимые знания	<p>Основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений выполняемых частично механизированной сваркой (наплавкой) плавлением и обозначение их на чертежах</p> <p>Основные группы и марки материалов, свариваемых частично механизированной сваркой (наплавкой) плавлением</p> <p>Сварочные (наплавочные) материалы для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением</p> <p>Строительство сварочного и вспомогательного оборудования для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением, назначение и условия работы контрольно-измерительных приборов, правила их эксплуатации и область применения</p> <p>Техника и технология частично механизированной сварки (наплавки) плавлением для сварки простых деталей неответственных конструкций в нижнем, вертикальном и горизонтальном пространственном положении сварного шва</p> <p>Выбор режима подогрева и порядок проведения работ по предварительному, сопутствующему (межслойному) подогреву металла</p> <p>Причины возникновения и меры предупреждения внутренних напряжений и деформаций в свариваемых (наплавляемых) изделиях</p>	<p>Необходимые знания, предусмотренные трудовой функцией по коду А/05.2 настоящего профессионального стандарта</p> <p>Специализированные функции (возможности) сварочного оборудования для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением</p> <p>Основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений сложных и ответственных конструкций, выполняемых частично механизированной сваркой (наплавкой) плавлением</p> <p>Основные группы и марки материалов сложных и ответственных конструкций, свариваемых частично механизированной сварки (наплавки) плавлением</p> <p>Сварочные (наплавочные) материалы для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением</p> <p>Сложных и ответственных конструкций</p> <p>Техника и технология частично механизированной сварки (наплавки) плавлением сложных и ответственных конструкций во всех пространственных положениях сварного шва</p> <p>Методы контроля и испытаний ответственных сварных конструкций</p> <p>Порядок исправления дефектов сварных швов</p>

Вывод: проанализировав профессиональный стандарт «Сварщик частично механизированной сварки» 2-3 и 4-5 квалификационного разряда, можно сделать вывод о том, что в рамках программы повышения квалификации необходимо разработать специальный курс, который должен содержать расширенные теоретические знания об используемом на данном производственном предприятии сварочном оборудовании, о возможностях и правилах его эксплуатации, для выполнения работ заявленной работодателем сложности. Так же включать сведения о сварочных материалах, которыми должны уметь пользоваться и применять сварщики 5 квалификационного разряда, и знания о мероприятиях по предотвращению дефектов при сварке.

2.2 Разработка образовательной программы повышения квалификации для рабочих сварочного производства

Нами были изучены рекомендации Института профессионального образования, в которых было приведено примерное содержание теоретического и практического обучения для повышения квалификации рабочих на промышленном предприятии. На основании профессионального стандарта «Сварщик» нами был разработан учебный план, который приведён в срок 0,5 месяца. Данный временной срок является рациональным, поскольку его достаточно для освоения новых знаний, умений и навыков уже опытными специалистами. А для работодателя оптимальным, так как практически не несёт временных и трудовых затрат, убыточных для производства. Ниже приведён рабочий учебный план с распределением циклов дисциплин и временных затрат (0,5 месяца). Рабочий учебный план профессионального обучения по курсу повышения квалификации по профессии «Сварщик частично механизированной сварки и наплавки» 5 разряда представлен в таблице ...

Таблица 2-Учебный план

№ п/п	Название дисциплин	Всего часов	В том числе		
			Теория	Практи- ческие занятия (лабора- торные работы)	Форма контроля (зачет, эк- замен)
I	Теоретическое обучение	24	24		
1.1	<u>Общепрофессиональный цикл</u>	8	8		
1.1.1	Электротехника	4	4		Зачет
1.1.2	Материаловедение	2	2		Зачет
1.1.3	Охрана труда и электробезопас- ность	2	2		Экзамен
2.	<u>Профессиональный цикл</u>	16	16		
2.1.	Специальная технология	16	10	6	Экзамен
II	Производственное обучение	48		48	
3.1	Обучение в учебно- производственном участке пред- приятия	6		6	Кв. работа
3.2	Работа на предприятии	42		42	
	Квалификационный экзамен	8	8		Кв.экз
	ИТОГО:	80	32	48	

После распределения учебных часов между теоретическим и практическим обучением мы провели разработку тематического плана теоретического обучения предметов общепрофессионального цикла (они представлены в приложении А). А так же был разработан тематический план профессионального цикла предметов «Специальные технологии».

Далее приведено детальное описание разделов предметов курса «Специальные технологии».

I. Теоретическое обучение

1.2 ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ ЦИКЛ

Тема 1. Электросварочное оборудование. Оборудование и аппаратура для механизированной электродуговой сварки

Классификация источников питания сварочной дуги и требования к ним. Источники питания для электродуговой механизированной сварки

Сварочные инверторы. Общие сведения и классификация. Устройство TAURUS 505 SYNERGIC 5 MM TDM. Технические характеристики и преимущества.

Механизмы подачи проволоки. Общие сведения и классификация. Устройство EWM TAURUS SYNERGIC S DRIVE 300C. Технические характеристики и преимущества.

Сварочные материалы

Самозащитная порошковая проволока: назначение, применение и преимущества.

Техника и технология ручной частично механизированной сварки.

Сварные соединения и швы, выполняемые механизированной сваркой. Типы сварных швов по виду соединений. Типы сварных швов по форме подготовленных кромок. Типы сварных швов в зависимости от их расположения в пространстве. ГОСТ 14771-76 «Дуговая сварка в защитном газе соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры». Техника очистки поверхности металла перед сваркой, ее значение для качества сварки. Зачистка сварных швов после сварки. Указания по закреплению деталей перед сваркой, этапы сборки резервуара и требования, предъявляемые к сборке. Выбор режима и технологии сборки.

Режимы сварки: диаметр сварочной проволоки, сила тока, напряжение на дуге, скорость сварки, расход самозащитной порошковой проволоки. Настройка сварочного оборудования на режимы сварки.

Последовательность наложения сварных швов металлоконструкций оболочкового типа, порядок выполнения сварного шва, обеспечивающий ми-

нимальные деформации и смещения свариваемых элементов. Наиболее эффективные способы сварки соединений с учетом их пространственного положения.

Техника сварки порошковой проволокой с полупринудительным формированием шва.

Дефекты, деформации, напряжения, возникающие при сварке

Классификация дефектов сварных швов: трещины, непровары, поры, шлаковые включения, подрезы, незаплавленные кратеры.

Причины дефектов и меры их предупреждения. Причины образования внутренних напряжений и деформаций. Мероприятия по снижению воздействия неблагоприятных факторов при сварке. Тематический план раздела «Специальные технологии» представлен в таблице 1.

Таблица 3-Тематический план раздела "Специальные технологии"

Название раздела	Содержание учебного материала	Объём часов	Уровень освоения
1.Электросварочное оборудование	Классификация источников питания сварочной дуги и требования к ним. Источники питания для электродуговой механизированной сварки.	2	2
	Сварочные инверторы. Общие сведения и классификация. Устройство TAURUS 505 SYNERGIC 5 MM TDM. Технические характеристики и преимущества.	3	2
	Механизмы подачи проволоки. Общие сведения и классификация. Устройство EWM TAURUS SYNERGIC S DRIVE 300C. Технические характеристики и преимущества.	1	1

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4
2.Сварочные материалы	Самозащитная порошковая проволока: назначение, применение, преимущества.	2	1
3.Техника и технология ручной частично механизированной сварки	Сварные соединения и швы	2	1
	Режимы сварки. Настройка режимов сварки.	2	1
	Наиболее эффективные способы сварки с применением оборудования для механизированной сварки	2	1
4.Дефекты, деформации, напряжения, возникающие при сварке	Классификация дефектов сварных швов: трещины, непровары, поры, шлаковые включения, подрезы, незаплавленные кратеры.	1	1
	Причины дефектов и меры их предупреждения. Причины образования внутренних напряжений и деформаций. Мероприятия по снижению воздействия неблагоприятных факторов при сварке.	1	1

2.3 Разработка тематического плана производственного обучения

На следующем этапе разработки образовательной программы нами был составлен план производственного обучения, который составляет 48 часов.

II. Производственное обучение

Обучение в учебно-производственном участке предприятия

Безопасность труда, электробезопасность, пожарная безопасность при выполнении работ на монтаже и опасных участках.

Ознакомление с рабочим местом электросварщика, правилами внутреннего распорядка. Вводный инструктаж по безопасности труда. Первичный инструктаж на рабочем месте. Оказание первой помощи. Предупреждение пожаров.

Освоение приемов электросварочных работ

Отработка приемов сварки поворотного стыка, отработка приёмов сварки неповоротного стыка.

Отработка приёма сварки толстостенного металла участка трубы.

Выполнение участка шва резервуарной конструкции.

Отработка приёма сварки толстостенного металла участка трубы обратноступенчатый способ сварки от середины к краям шва вразбивку.

Тематический план раздела производственного обучения представлен в таблице 2.

Таблица 4-Тематический план производственного обучения

Название раздела	Содержание учебного материала	Объём часов	Уровень освоения
1.Обучение на учебно-производственном участке предприятия	Инструктаж по технике безопасности при проведении работ на монтаже и на опасных участках	1	1
	Правила оказания первой медицинской помощи	1	1
	Отработка приёмов сварки поворотного стыка	8	
	Отработка приёмов сварки неповоротного стыка	8	
	Отработка особенностей приёмов сварки высоколегированных сплавов	8	
	Отработка приёма сварки толстостенного металла участка трубы	8	
	Отработка технологической последовательности зачистки металла шва в зависимости от применяемого приёма сварки	3	

2.4 Разработка методики проведения учебных занятий по циклу предметов «Специальные технологии»

Для того, чтобы содержание данной образовательной программы было доступно для восприятия обучающихся, необходимо, я опиралась на следующие принципы построения разработок методики проведения занятий:

- Материал должен быть изложен простым и понятным языком (т.е. без сложной технической терминологии)
- Учебные материалы должны полностью отражать содержание программы
- Для лучшего восприятия и последующего запоминания учебный материал должен быть наглядным

Для представления учебного материала в ходе реализации образовательной программы по курсу «Специальные технологии» мною были разработаны конспекты занятий по следующим темам:

- Классификация источников питания сварочной дуги и требования к ним. Источники питания для электродуговой механизированной сварки. Сварочные инверторы. Общие сведения и классификация.
- Устройство TAURUS 505 SYNERGIC 5 MM TDM. Технические характеристики и преимущества. Механизмы подачи проволоки. Общие сведения и классификация. Устройство EWM TAURUS SYNERGIC S DRIVE 300C. Технические характеристики и преимущества.
- Самозащитная порошковая проволока: назначение, применение, преимущества.

Классификация источников питания сварочной дуги и требования к ним. Источники питания для электродуговой механизированной сварки. Сварочные инверторы. Общие сведения и классификация.

Нам хорошо известно, что для того, чтобы поджечь дугу, необходим внешний источник тока. Основные источники питания для сварки — это *трансформаторы, выпрямители, генераторы и инверторы*. То есть, сварочные аппараты типа трансформатор, выпрямитель или генератор. А также инверторный сварочный аппарат.

Трансформатор — статический (без подвижных частей) электромагнитный прибор, предназначенный для понижения или повышения напряжения переменного тока.

Сварочный генератор — это автономная установка, применяемая для проведения сварки в условиях отсутствия полноценного источника электроэнергии. Данный агрегат гармонично сочетает в себе две важнейшие функции: обеспечивает независимое электроснабжение и вырабатывает сварочный ток определенных параметров.

Сварочный выпрямитель — это аппарат, состоящий из нескольких блоков, в которых входящее напряжение понижается, и преобразовывается. Одновременно увеличивается величина сварочного тока. В итоге, на выходе получается постоянный ток достаточной силы, чтобы производить сварку стали и цветных металлов.

Сварочный инвертор — аппарат, в котором переменный ток из обычной электрической сети, сперва выпрямляется, проходя через диодный мост, после чего уже постоянный ток поступает на силовые транзисторы, который преобразуют его обратно в переменный, но с большей частотой. Чтобы снизить величину напряжения высокочастотного переменного тока и получить нужные параметры, схема инвертора содержит в себе трансформатор.

Предлагаю вспомнить обозначение источников питания



Рисунок 1-Пример обозначения трансформатора



Рисунок 2-Пример обозначения выпрямителя

Прошу обратить внимание на слайды презентации

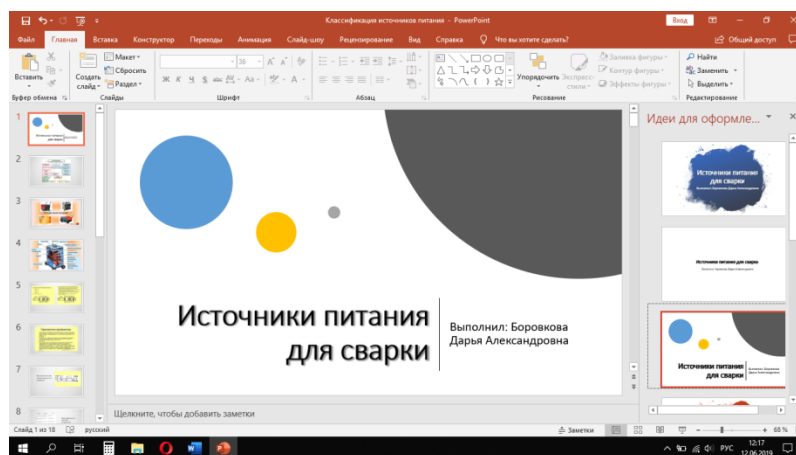


Рисунок 3-Фрагмент учебной презентации "Источники питания для сварки"

Классификация источников питания сварочной дуги

По типу сварочного тока

В более широком смысле все эти источники можно поделить еще на несколько подгрупп. Одна из них — тип тока, который генерирует сам источник. Предлагаю вам вспомнить некоторые характеристики и виды источников питания для сварки на слайдах электронной презентации.

Источник может генерировать постоянный или переменный ток. Классический трансформатор и генератор повышенной частоты зачастую генерирует переменный ток. Сварочный выпрямитель генерирует постоянный ток.

Напоминаю, что **переменный ток** — электрический ток, который с течением времени изменяется по величине и направлению или, в частном случае, изменяется по величине, сохраняя своё направление в электрической цепи неизменным. В свою очередь **постоянный ток** — электрический ток, который с течением времени не изменяется по величине и направлению.

Чем отличается источник питания на постоянном токе и на переменном?

Сварочный аппарат переменного тока и постоянного в чем разница? Давайте разбираться. Обратите внимание на рисунок 4.

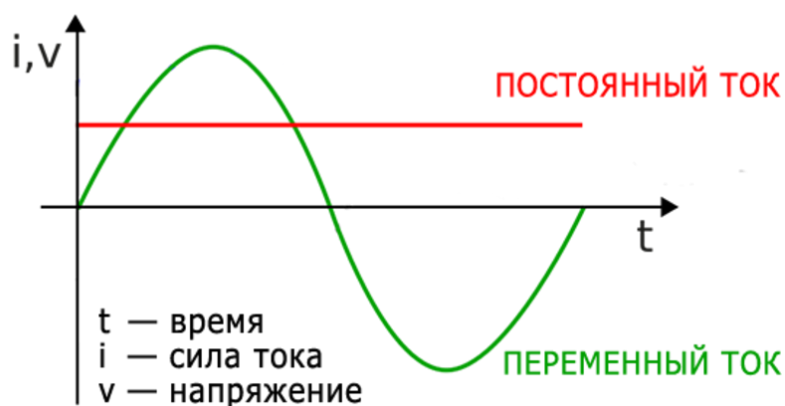


Рисунок 4-График переменного и постоянного тока

Аппарат на переменном токе очень прост: он собирается из понижающего трансформатора и специального механизма, который регулирует силу

сварочного тока. При применении сварочной дуги переменного тока сварка ведется на переменном токе соответственно.

Аппарат на постоянном токе более технологичен. Его основные компоненты — это понижающий трансформатор, устройство, выпрямляющее ток (выпрямитель), которое преобразовывает поступающий переменный ток в постоянный, и устройство, регулирующее силу тока. Соответственно, здесь сварка ведется на постоянном токе.

Это главные конструктивные различия. Есть еще различия эксплуатационные. Сварка постоянным током предпочтительнее, поскольку у этого источника тока больше преимуществ. Аппараты на постоянном токе намного компактнее и проще в применении, они технологичнее, и в целом считаются более современными. Сварка переменным током сложнее и характеризуется нестабильностью горения дуги.

Также важно сказать об инверторных источниках питания, которые на данный момент считаются самыми технологичными и распространенными.

Остановимся на данном типе и обсудим более подробно. Итак, это сложные аппараты, которые многократно преобразовывают ток, сглаживая его с помощью специальных фильтров, и впоследствии выпрямляют. В результате сварщик получает постоянный ток, а значит крайне стабильную дугу, которая легко поджигается. Также инверторные аппараты снабжаются электронным блоком управления, который прост в применении.

По количеству постов и способу установки

Вне зависимости от типа источника питания, будь он переменный или постоянный, трансформатор или инвертор, в любом из них существует либо один разъем для сварки, либо 3 и более.

Аппараты с одним разъемом называются однопостовыми и предназначены для генерирования одной сварочной дуги, т.е., для применения одним сварщиком. Аппараты с большим количеством разъемов называются много-

постовыми, и сразу несколько сварщиков могут производить сварку от одного аппарата.

Источники питания по способу установки могут быть мобильными (переносными) или стационарными.

Так как на нашем предприятии будут установлены инверторные источники питания, давайте поговорим о них более детально

Инверторный источник сварочного тока является самым распространенным типом на данный момент. Такие аппараты самые компактные и легкие (в продаже есть модели весом не более 3-5 кг), при этом они оснащаются дополнительным функционалом, упрощающим сварку.

Электрический переменный ток, поступающий из электросети (220V, 50 Гц) в инвертор, претерпевает следующие изменения. Сначала его выпрямляют и сглаживают при помощи фильтра. Выходящий постоянный ток преобразуют снова в переменный, он имеет частоту уже от 20 до 50 кило Герц и даже до 100 кГц. Затем этот высокочастотный переменный ток преобразуют до напряжения 70-90В, (сила тока соответственно увеличивается до 200А), снова выпрямляют и фильтруют. И только после этого полученный электрический ток питает сварочную дугу. (Рис.5)

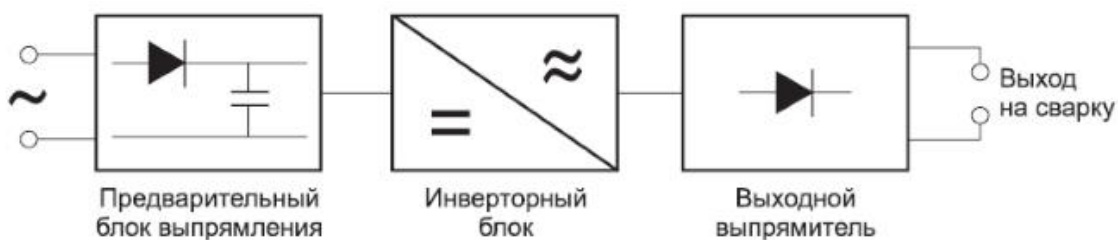


Рисунок 5-упрощенная электрическая схема работы инвертора

Все эти преобразования контролирует электронный микропроцессор, он же следит за тем, чтобы на выходе электрический ток имел необходимые для сварки параметры.

Благодаря тому, что в сварочном инверторе происходят преобразования тока высокой частоты до необходимой величины силы тока, масса инвертора меньше массы обычного электросварочного аппарата с соответствующими характеристиками примерно в 70 раз. Это одно из главных преимуществ современных инверторов.

Основные преимущества инверторных источников питания представлены на плакате (Рис.6)

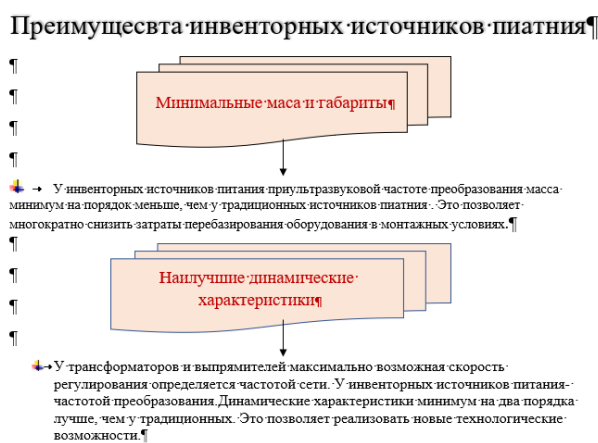


Рисунок 6-Плакат "Преимущества инверторных источников питания"

Устройство TAURUS 505 SYNERGIC 5 MM TDM. Технические характеристики и преимущества. Механизмы подачи проволоки. Общие сведения и классификация. Устройство EWM TAURUS SYNERGIC S DRIVE 300C. Технические характеристики и преимущества



Рисунок 7- Инвертор TAURUS 505 SYNERGIC S MM TDM

Инвертор TAURUS 505 SYNERGIC S MM TDM – одна из самых мощных моделей для высокопроизводительной профессиональной MIG/MAG сварки от хорошо зарекомендовавшего себя немецкого бренда EWM.

Многофункциональное устройство, которое построено на цифровой инверторной схеме с электронным управлением, что позволяет обеспечить идеальные сварочные параметры при обработке разных металлов как внутри производственного помещения, так и на открытом воздухе. Кроме этого, в данном устройстве серии MultiMatrix реализована улучшенная концепция управления с синергетическим алгоритмом, что позволяет оптимально настроить каждый параметр сварки.

Универсальная линейка TAURUS 505 SYNERGIC S MM TDM предназначена для выполнения особо сложных и ответственных сварочных задач при обработке хромоникелевых и сложных сплавов, цветных и черных металлов, меди, нержавеющей стали и алюминия, а также разных марок стали. *высокую мощность световой дуги на протяжении всего цикла сварки.*

При этом достигается быстрый и аккуратный провар трудно свариваемых металлов и толстостенных изделий. Кроме этого, в процессе сварки формируется идеальный сварочный шов с правильным охватом корня. В результате не только снижается доработка кромок и расход производственных материалов, но

и повышается качество и скорость сварки. При этом исключается образование пустот и полостей, что повышает качество шва. Кроме этого, данная технология обеспечивает высокоэффективную сварку при работе практически из любого пространственного положения. Скорость подачи проволоки в диапазоне от 0,5 до 24 м/мин можно выставить удобным тумблером на самом подающем устройстве. Кроме этого, оператор может выполнять MIG/MAG сварку порошковыми или сплошными проволоками сечением от 1 до 1,2 мм. Благодаря этому обеспечивается максимальная эффективность и производительность сварки. В зависимости от диаметра используемой проволоки автоматически контролируется давление прижатия на ролики. При использовании порошковой проволоки MIG/MAG сварка выполняется без принудительной подачи газа, что позволяет выполнять работы на открытом воздухе. Наличие самозащитного покрытия проволоки исключает воздействие атмосферы и образование шлака. *В результате снижается расход материалов, повышается качество сварки и производительность.*

Технические характеристики представлены в таблице 4

Таблица 4-Технические характеристики механизма подачи проволоки

Вес аппарата, кг	45
Габаритные размеры, мм	624x300x535
Тип сварки	MIG/MAG
Максимальная мощность, кВА	24.60
Напряжение, В	380
Допуск сетевого напряжения	От -25 до +25%
Напряжение холостого хода,	80
Частота, Гц	50-60
Количество фаз	3
Производительность, л/мин	5
Рекомендуемая мощность генератора, Ква	35
Возможность подключения пульта управления	да
Минимальный сварочный ток, А	5
Максимальный сварочный ток, А	500
Тип сварочной проволоки	Порошковая, стальная

Так же, рассмотрим технические характеристики механизма подачи проволоки. Они представлены в таблице

Таблица 2-Технические характеристики механизма подачи проволоки

Вес,кг	17,5
Габаритные размеры, мм	740x290x480
Тип охлаждения	Водяное
Продолжительность включения ина максимальном токе, %	60
Максимальный сварочный ток, А	520
Кол-во роликов в подающем механизме, шт	4
Оснащение для стальной проволоки, мм	1,0мм+1,2мм
Максимальный диаметр катушки, мм	300
Минимальная скорость подачи проволоки, м/мин	0,50
Максимальная скорость подачи проволоки, м/мин	24

Самозащитная порошковая проволока: назначение, применение, преимущества.

Использование порошковой проволоки при сварке привело к механизации процесса сварки и наплавочных работ, значительно повысило производительность, при этом сохранилось довольно хорошее качество шва.

Порошковая проволока- это трубчатая проволока, заполненная флюсом и металлическим порошком. Эту проволоку используют в процессе MIG/MAG — сварки. Проволока изготавливается из ленты путём холодного формования в U-образной форме с последующим наполнением флюсом или металлическим порошком. После чего проволока растягивается до нужного диаметра с помощью экструдера.

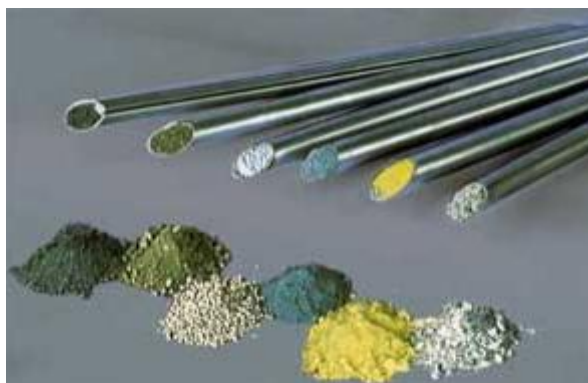


Рисунок 8-схема порошковой проволоки в разрезе

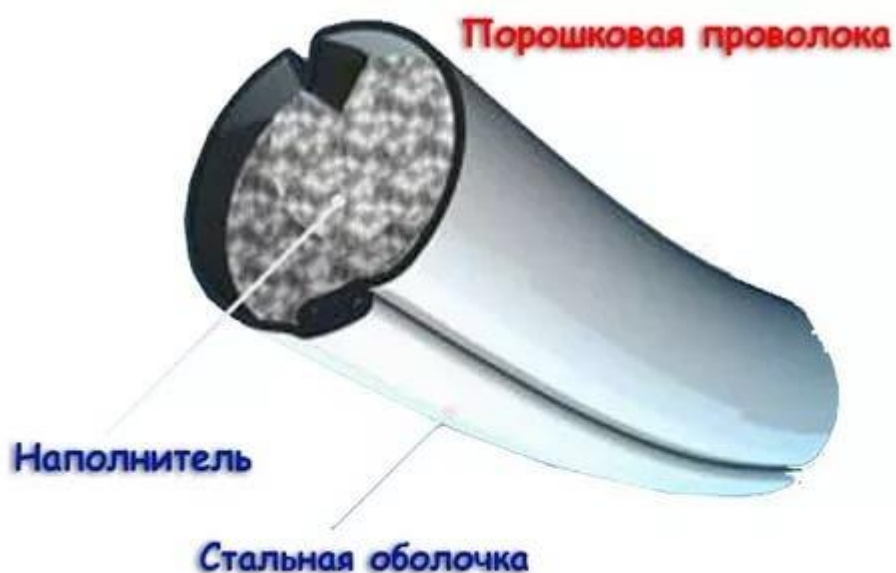


Рисунок 9-Схематичный состав порошковой проволоки

Поговорим о составе порошковой проволоки и её конструкции, классификации и составе. Обратите внимание на рисунок

Конструкции порошковой сварочной проволоки

Конструкция порошковой проволоки может быть разной – простой трубчатой, с различными загибами оболочки, двухслойной

Отношение массы порошка к массе металлической оболочки составляет от 15 до 40%.



Рисунок 10-Конструкции порошковой проволоки

По составу порошковообразного наполнителя порошковые сварочные проволоки подразделяются на:

- рутил-органические;
- карбонатно-флюоритные;
- флюоритные;
- рутил-флюоритные;

По назначению порошковые проволоки бывают:

- для сварки без дополнительной газовой защиты
- для сварки в углекислом газе
- самозащитные

Такая проволока характеризуется большой глубиной проплавления, что идеально подходит при угловых соединениях, сваривании встык или внахлест.

При использовании этого вида проволоки сварка проходит с наименьшим количеством брызг, корку из шлаков потом легче отделить от шва. Более того, этот вид обеспечивает довольно стабильный струйный перенос и

хорошие показатели сопротивляемости образованию пористости и включения в швы шлаков.

Порошковая проволока для сварки сталей состоит из:

- Низкоуглеродистой стальной оболочки, в которую запрессовываются порошки
- Ферросплавов для легирования металла (феррованадий, ферромolibден, феррониобий)
- Железные порошки для повышения производительности
- Газо и шлако-образующие компоненты для защиты расплавленного металла от факторов внешней среды посредством выделения газов расплавления сердечника ($\text{CaO-CaF}_2\text{-TiO}_2\text{-R}_2\text{O}$, $\text{MgO-CaF}_2\text{-TiO}_2$, $\text{CaO-CaF}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-TiO}_2$)

Прошу обратить внимание на обозначение порошковой проволоки и расшифровку

0	1	2	3	4	5	6	Д
+20 °C	0 °C	-20 °C	-30 °C	-40 °C	-50 °C	-60 °C	
Буква Д вместо цифры означает, что эти требования не регламентированы							
МАРКА		ОБОЗНАЧЕНИЕ					
Порошковая проволока		Диаметр 3 мм		Швы наклонные и горизонтальные на вертикальной плоскости			
		Прочность 50 кгс/мм ²		Хрупкое разрушение при 0 °C			
ПП-АН 8		3.0		ПГ-50-Н1 ГОСТ 26271-84			
Разработка АН СССР №8		Для сварки в защитных газах		Стандарт			

Рисунок 11-Обозначение порошковой проволоки

Также стоит отметить, что с помощью использования этого вида проволоки можно достигать более высокой скорости ведения шва, увеличение коэффициента наплавки, при этом обеспечивая малое дымление.

Что такое самозащитная порошковая проволока?. Особенности и преимущества.

Самозащитная проволока – это электрод, который вывернули наизнанку. Впервые их предложила компания Линкольн Электрик еще пятьдесят лет назад.

Преимущество этой проволоки в том, что ее спокойно можно использовать при проведении сварочных работ на воздухе, при этом не зависимо от погоды: будь-то ветер, или слишком высокая или низкая температура.

Своё название она получила из-за своего состава. В сердечнике этой проволоке есть специальные присадки: защитные, шлакообразующие, деоксидирующие. Это особенность позволяет сварщикам при выполнении работ полностью отказаться от использования газов для защиты или флюса.

Имеет самозащитная проволока и ряд других преимуществ. Среди которых особенно можно выделить следующие

- Наличие дуги открытого типа. То есть, сварщик во время работ может без затруднений наблюдать за сварочной ванной и более аккуратно и точно размещать металл.
- Точный химический состав проволоки служит гарантом будущего состава шва.
- Проволока позволяет сваривать детали в разных положениях.
- При сварке самозащитной проволокой полностью отпадает необходимость использования какого-либо еще оборудования, а именно: устройства для подачи флюса, газовых горелок и баллонов. Это значительно повышает компактность такого сварочного аппарата.
- Специальное покрытие проволоки защищает ее от давления падающих роликов.

Самозащитные проволоки применяются для разных целей. В зависимости от назначения выделяют такие виды:

- специальные проволоки для скоростной сварки, в один проход;
- общего применения;
- специальные для металлоконструкций;
- отдельные проволоки для сваривания труб.

Мы уже упоминали что сердечник самозащитной проволоки имеет отличный состав от газозащитной. Остановимся на этом детальнее.

В составе наполнителя для этого вида проволоки имеются специальные шлако- и газообразующие примеси, используются тут и элементы схожие с азотом, и раскислители. Все эти элементы способствуют тому, чтобы не приходилось использовать дополнительного оборудования и газов при сварочных работах.

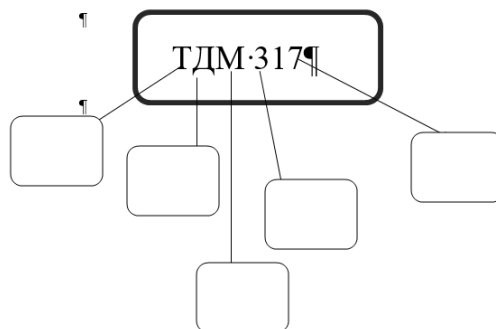
Обычно сварщики выбирают проволоку, которая имеет диаметр около 2-3 миллиметров. Отметим, что самозащитная проволока применяется для полуавтоматической сварки. При работах допускается использование постоянного тока.

Сегодня марок такой проволоки очень много. Большинство из них предназначены для сварки прямой полярности.

Использование порошковой проволоки – это универсальное решение для сварочных работ. Благодаря этим проволокам можно значительно сократить время работы, при этом получить отличное качество шва без лишних затрат и усилий. А наличие разных видов проволоки позволяет облегчить сварку абсолютно любых изделий из разных материалов. Ниже приведу марки самозащитной порошковой проволоки: ПП-АН60, E70T1M

Вопросы для проверки усвоения материала

- 1) Впишите недостающие обозначения на карточке



- 2) Соотнесите источник питания с видом тока

Источники питания	Род тока
1.Инвентор	А) переменный
2.Трансформатор	Б) постоянный
3.Генератор	
4.Выпрямитель	

3) Впишите пропущенные слова

Аппарат на _____токе более технологичен. Его основные компоненты — это понижающий трансформатор, устройство, выпрямляющее ток (выпрямитель), которое преобразовывает поступающий _____ ток в _____, и устройство, регулирующее силу тока. Соответственно, здесь сварка ведется на постоянном токе.

- 4) Одним из главных преимуществ аппаратов инвенторного типа является малогабаритность и небольшой вес. Чем оно обусловлено?
- 5) Ознакомьтесь с техническими характеристиками инвертора TAURUS 505 SYNERGIC S MM TDM

Дайте ответы на следующие вопросы:

Возможно ли установить сварочные ток равный 610 А? Почему?

Какова минимально возможная толщина сварочной проволоки допустима при эксплуатации данного аппарата?

Представляется ли допустимой скорость подачи проволоки 20 м/мин на данном аппарате? Почему?

6) Расшифруйте марку порошковой проволоки

З Св08ХСМФА-ВИ-Э ГОСТ 2246-70.

7) Назовите основные преимущества порошковой *самозащитной* проволоки.

3. Технологический раздел

Развитие современной техники выдвигает особые требования к конструкционным материалам, в связи с этим в настоящее время становятся востребованы материалы, обладающие высокой прочностью и пластичностью.

При производстве вагонной хребтовой балки сварочное производство играет важную роль, так как изготавливается конструкция непосредственно с помощью сварки. В данном случае использование сварки является наиболее целесообразным, так как отлить данную деталь целиком просто экономически не рационально.

Производство вагонной хребтовой балки осуществляется с помощью ручной дуговой сварки, обладающей не высокой производительностью и тяжелыми условиями труда для сварщика. Следовательно, актуальным становится замена этого способа и замена на механизированные виды работы, что повлечёт за собой снижение трудоёмкости изготовления процесса, повышение производительности и конечно, уменьшение расходов.

Цели курсовой работы: компоновка и проектирование сварочных установок, оборудования и приспособлений, необходимых для реализации технологий сборки и сварки при изготовлении сварных конструкций. Вместе с тем курсовое проектирование позволяет определить степень усвоения теоретических знаний студентами и умение применять эти знания в решении практических задач, разработка технологического процесса производства; определение качественного и количественного состава необходимых элементов производства для изготовления заданной продукции: оборудования и рабочих для выполнения операций производственного процесса.

Задача проекта заключается в разработке плана рационального размещения в проектируемом цехе количественного состава элементов производства.

3.1 Назначение и описание конструкции хребтовой балки вагона

Хребтовая балка вагона достаточно широко используется в строительстве как грузовых, так и пассажирских вагонов. Она состоит из 2-х образных профилей и полки, к которым крепятся автосцепные устройства, которые в свою очередь принимают продольные силы сжатия и растяжения. Так же балка принимает и вертикальные силы сжатия и растяжения.

Железнодорожный транспорт самый безопасный способ перевозки груза. Благодаря вагонам можно перевозить самые разные виды груза, а также железнодорожная перевозка является экономически рациональным способом транспортировки груза.

Виды вагонов:

В крытых вагонах обычно перевозят бытовую технику, хозяйственные товары, зерно, мебель, одежду. Они надёжно защищают груз от механических и атмосферных повреждений. Крытые вагоны оборудованы специальными люками или металлическими дверями, располагающимися в самом низу.

В изотермических вагонах (так же относящихся к категории крытых) перевозят грузы с ограниченным сроком хранения (рыба, мясо, фрукты). Изотермические вагоны подразделяют на группы по типу и способу охлаждения. Для того, чтобы в вагоне сохранялась определённая температура, его корпус обшивается пенополиуретановой или полистирольной теплоизоляцией.

Железнодорожные перевозки автомобилей, оборудования, сельскохозяйственной техники происходит с использованием Ж/Д полувагонов. Существуют железнодорожные полувагоны с четырьмя осями, способные перевозить до 65 тонн груза и с восемью осями грузоподъёмностью до 125 тонн.

Стали из которых изготавливают вагонную хребтовую балку: 10ХСНД, 14 ХГС, 15ХСНД.

Основные параметры, характеристики и элементы сварной балки:

Длина- 1296 мм,
Материал- стал 14ХГС,
Толщина стенки – 16 мм,
Ширина 610 мм,
Высота- 500 мм.
Хребтовая балка вагона состоит из:
двух балок z-профиля;
два передних упора;

Достоинства и недостатки конструкции

Существенным ее недостатком является возможность использования поглощающего аппарата с ходом до 95 мм, что обеспечивается уменьшением хода автосцепки за счет удлинения розетки переднего упора. Использование аппарата с большим ходом, а значит, и с большей энергоемкостью приводит к жесткому удару головы автосцепки в розетку упора и их обоюдному повреждению. Недостатками хребтовой балки, являющейся наиболее близкой по совокупности существенных признаков к заявляемой полезной модели, являются пониженная прочность сварного соединения между литыми консольными балками и средней несущей частью хребтовой балки, обусловленная использованием П-образного поперечного профиля для средней несущей части хребтовой балки, с загнутыми внутрь П-образного профиля полками, это уменьшает внешний поперечный габарит хребтовой балки и, как следствие, снижает прочность сварного соединения и общую жесткость хребтовой балки рамы железнодорожного вагона.

Преимуществом же является увеличение прочности и надежности соединения литых консольных балок со средней несущей частью хребтовой балки рамы железнодорожного вагона, улучшение технологичности изготовления хребтовой балки.

3.2 Характеристика стали и её свойства

Сталь 14ХГС конструкционная низколегированная, низкоуглеродистая (хромокремнемарганцевая). По своему классу относится к перлитным сталям. Область применения стали 14ХГС достаточно широкая. Распространена в применении электросварных труб, магистральных газопроводов высокого давления, сварных конструкций, листовых клёпанных конструктивных деталей.

Данная сталь обладает хорошей пластичностью и высокой сопротивляемостью к хрупким разрушениям. Оптимальные механические свойства сталь приобретает.

Химический состав и механические свойства

Химический состав стали 14ХГС приведён ниже в таблице 2.

Таблица 6- Химический состав стали 14ХГС в % [1]

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu	As
0,11 – 0,16	0,4 – 0,7	0,9 – 1,3	до 0,3	до 0,04	до 0,035	0,5-0,8	до 0,3	до 0,08

Механические свойства стали приведены в таблице 3.

Таблица 7-Механические свойства стали 14ХГС при T=20°C [1]

Сортамент	Размер	σ_b	σ_T	δ	Ψ	KCU	Термообр.
-	мм	МПа	МПа	%	%	кДж / м ²	-
Лист, ГОСТ 5520-79		490	345	22		340-390	

Обозначения:

Механические свойства:

σ_b - предел кратковременной прочности, [МПа]

σ_T -Предел пропорциональности (предел текучести для остаточной деформации), [МПа]

δ -Относительное удлинение при разрыве, [%]

Ψ -Относительное сужение, [%]

KCU-Ударная вязкость, [кДж / м²]

HB- Твердость по Бринеллю, [МПа]

Особенности свариваемости стали 14ХГС

При сварке данной стали существует ряд ограничений. Сварка возможна при подогреве до 100-120 град. и последующей термообработке.[3]

Основными показателями свариваемости низколегированных сталей являются сопротивляемость сварных соединений холодным трещинам и хрупкому разрушению. Такие металлы обычно имеют ограниченное содержание C, Ni, Si, S и P, поэтому при соблюдении режимов сварки и правильном применении присадочных материалов горячие трещины отсутствуют. Критериями при определении диапазона режимов выполнения сварочных работ и температур предварительного подогрева служат допустимые максимальная и минимальная скорости охлаждения металла околошовной зоны. Максимально допустимые скорости охлаждения принимаются таким образом, чтобы предотвратить образование холодных трещин в металле околошовной зоны.

По реакции на термический цикл низколегированная низкоуглеродистая сталь 14ХГС мало отличается от обычной низкоуглеродистой. Различия состоят в основном в несколько большей склонности к образованию закалочных структур в металле шва и околошовной зоне при повышенных скоростях охлаждения. До недавнего времени считали, что металл шва низкоуглероди-

стых низколегированных сталей, например 17Г1С, рассматриваемой 14ХГС и др., имеет только феррито-перлитную структуру. Поэтому предполагали, что структурные изменения в шве при разных режимах сварки сводятся в основном к изменению соотношения между ферритной и перлитной составляющими, а также изменению степени дисперсности структуры. Более углубленные исследования показали, что при повышенных скоростях охлаждения в швах этих сталей кроме феррита и перлита присутствуют также мартенсит, бейнит и остаточный аустенит. Обнаруживаемый в таких швах мартенсит — бесструктурный, а бейнит представляет собой феррито-карбидную смесь высокой дисперсности. Количество указанных структурных составляющих изменяется в зависимости от температурного цикла сварки.

Определение свариваемости стали

Свариваемость – это комплексная технологическая характеристика металлов и сплавов, выражающая реакцию свариваемых материалов на процесс сварки и определяющая техническую пригодность материала для выполнения заданных сварных соединений удовлетворяющим условию эксплуатации. Расплавление и кристаллизация металла в условиях сварки представляют собой сложный металлургический процесс, протекающий при неравномерном нагреве, перегреве и охлаждении металла в местах соединения заготовок. Процесс сопровождается структурными превращениями и перекристаллизацией металла. Это во многом определяет качество и надежность сварного соединения, т.е. совокупность приобретаемых свойств шва, которые обуславливают пригодность соединений и возможность использования сварной конструкции в технике.

На свариваемость стали также, влияют режимы и способы сварки.

Виды свариваемости:

1. *Физическая (металлургическая) свариваемость* - свойство материалов давать монолитное соединение с химической связью, такой свариваемостью обладают практически все технические сплавы и чистые металлы, а также ряд сочетаний металлов с неметаллами.

2. *Технологическая свариваемость* - технологическая характеристика металла, определяющая его реакцию на воздействие сварки и способность при этом образовывать сварное соединение с заданными эксплуатационными свойствами

3. *Эксплуатационная свариваемость* – это оценка показателей механических свойств конкретных натуральных сварных соединений арматурных стержней при определенных условиях их нагружения.

Основные критерии свариваемости:

1. Окисляемость металла при сварочном нагреве зависящее от его химической активности.
2. Чувствительность к обработке пор.
3. Чувствительность металла к тепловому воздействию сварки.
4. Соответствие свойств сварного соединения заданным эксплуатационным требованиям.
5. Склонность к образованию горячих трещин.
6. Склонность к образованию холодных трещин.

Определение склонности стали 14ХГС к образованию горячих трещин

Горячие трещины (кристаллические) – это хрупкие межкристаллитные разрушения металла шва и околошовной зоны, возникающее в твердожидком состоянии в процессе кристаллизации, а также при высоких температурах в твердом состоянии. Такие трещины появляются в металле на завершающей стадии процесса кристаллизации, - в интервале температур близких к линии солидус .[3]

Образование горячих трещин связано со следующими причинами:

- Скорость кристаллизации
- Видом кристаллической структуры и степенью развития внутри кристаллической ликвации металла шва.
- Химического состава металла шва

Горячие трещины могут выходить или не выходить на поверхность наплавленного металла. Трещины, выходящие на поверхность металла, легко обнаруживаются при визуальном осмотре и методами цветной или магнитной дефектоскопии. Трещины, находящиеся внутри наплавленного металла, могут обнаруживаться просвечиванием рентгеновскими или гамма-лучами, зондированием ультразвуком, а при разрушении детали они идентифицируются при исследовании поверхности излома или металлографически на макро- и микрошлифах. При электрошлаковых процессах трещины образуются обычно в центре наплавленного слоя и не выходят на его поверхность. Поверхность разлома трещины имеет в этом случае серо-белый цвет из-за отсутствия окисляющего действия воздуха на металл

Расчет оценки стойкости стали к образованию горячих трещин

Вероятность появления при сварке или наплавке горячих трещин можно определить по критерию Уилкинсона (HCS), [3] он оценивает склонность сталей с содержанием легированных элементов не более 10%. Формула расчета, которая применительна к низколегированным сварным швам, имеет данный вид:

$$HCS = \frac{C * \left(S + P + \frac{Si}{25} + \frac{Ni}{1000} \right) * 1000}{3 Mn + Cr + V} \quad (1)$$

где C, S, P, Mn и др. – массовые проценты содержания элемента стали, в %.

Условием появления горячих трещин для сталей с пределом прочности $\sigma_B < 700 \text{ МПа}$ является $HCS > 4$.

Рассчитываем HCS для стали по формуле 1:

$$HCS = \frac{0.11 \left(0.04 + 0.035 \cdot \frac{0.4}{25} + \frac{0.3}{100} \right) \cdot 100}{3 \cdot 0.9 + 0.5} = 1.5$$

$$HCS = 1.5$$

$HCS < 4$, следовательно сталь 14ХГС не склонна к образованию горячих трещин.

Определение склонности стали 14ХГС к образованию холодных трещин

Холодные трещины – это хрупкие локальные мелкокристаллитные разрушения, возникающие за счет собственных сварных напряжений. Трещины образуются при температуре 100-200 °С во время охлаждения конструкции, а также в течение последующих нескольких суток после сварки. Образование холодных трещин при сварке можно рассматривать как один из случаев замедленного разрушения закаленной стали под действием остаточных сварочных напряжений. Холодные трещины могут возникать иногда в шве, чаще в зоне термического влияния. Появление трещин объясняется наличием фазовых и структурных превращений, в результате которых появляются нестабильные хрупкие структуры типа мартенсита, отличающиеся высокой твердостью и малой пластичностью.

Причины образования холодных трещин:

- возникновение закалочных структур (мартенсита в околошовной зоне и в металле шва в связи с быстрым переохлаждением);
- наличие усадки металла шва;
- появление сварных напряжений;
- наличие диффузионно-подвижного водорода.

Оценка склонности сталей к появлению холодных трещин:

Таблица 8 - Методы оценки склонности к образованию холодных трещин при сварке[3]

Прямые методы	Косвенные методы
<ul style="list-style-type: none"> – Машинные испытания – Методы технологических проб – Контрольный химический анализ 	В рамках косвенных методов появление методов появления холодных трещин испытываются параметрическими уравнениями, получаемые путем обобщения большого количества эмпирического материала

Расчет оценки стойкости стали к образованию холодных трещин:

Расчетные методы оценки склонности к холодным трещинам используют параметрические уравнения, полученные статистической обработкой экспериментальных данных. Они связывают входные параметры (химический состав, режимы сварки, тип соединения) с выходными параметрами (температура подогрева, показатель склонности). При этом часто затруднительно использовать все многообразие факторов, определяющих образование холодных трещин. Вероятность появления при сварке холодных трещин можно определить по следующей параметрической зависимости *содержания углерода*:

По формуле Сефериана ,

$$[C] = [C]_x * (1 + 0.005 * \delta), \% \quad (2)$$

δ - толщина металла, мм

$$[C]_x = C + \frac{Mn+Cr}{9} + \frac{Ni}{18} + \frac{Mo}{13}, \quad (3)$$

где С, Cr, Р, Mn и др. – массовые проценты содержания элемента стали, в %

Условия появления холодных трещин:

Если содержание $[C] \geq 0.4 \dots 0.45$ %, то появление холодных трещин возможно.

Рассчитываем $[C]$ для определения возможности появления холодных трещин при сварке стали 14ХГС по формуле (2):

$$[C]_x = 0,13 + \frac{1,1+0,6}{9} + \frac{0,3}{18} + \frac{0}{13} = 0,35 \quad (2)$$

$$[C] = 0,35 * (1 + 0,005 * 14) = 0.36 \text{ (\%)}$$

Это значит, что сталь не склонна к образованию холодных трещин, но значение С, близко к допустимому значению 0,45, поэтому данная сталь имеет ограничения при сварке и требует дополнительных материалов при сварке для избегания разрушения межкристаллитной структуры.

Меры предотвращения склонности металла шва к образованию горячих трещин:

- Подготовка сварного материала (прокалка электродов и флюсов)
- Сушение защитного газа
- Предварительный подогрев.
- Провести термообработку соединения сразу после сварки.
- Выбор оптимальной сварки и правильная последовательность

наложения швов

3.3 Выбор способа сварки

Правильность выбора способа сварки играет важную роль в изготовлении конструкции в целом. Важнейшей задачей при проектировании сварных конструкций является правильный выбор вида сварки в зависимости от марки металла свариваемых элементов, типа сварного соединения, конфигурация сварных швов, пространственного положения при сварке, производительности сварки, степени механизации и *автоматизации* сварочного процесса.

Назначение вида сварки в значительной степени определяется свариваемостью материала заготовок, степенью ответственности изделия производительностью сборочно-сварочного процесса. Так, для сварки толстолистовых конструкций из стали всех марок и некоторых цветных сплавов широко применяют дуговую и электрошлаковые сварки. В производстве тонколистовых конструкций из сталей и цветных сплавов для нахлесточных соединений наиболее распространены точечная и шовная контактная сварки. Изготовление заготовок из алюминиевых, магниевых, титановых сплавов и высоколегированных сталей требует надежной защиты зоны сварки от взаимодействия с газами атмосферы, которая обеспечивается в условиях дуговой сварки под флюсом, аргонодуговой и электронно-лучевой сварок.

Тепловое воздействие на материал является одним из главных факторов, обуславливающих изменение его свойств в зоне сварки. Чем больше степень теплового воздействия, тем больше величина зоны разогрева, в пределах которой изменяются свойства металла (зона термического влияния), и тем хуже свойства сварного соединения.

Для сварки рассматриваемой конструкции из стали 14ХГС возможно применение следующих видов сварки: ручная дуговая, полуавтоматическая в среде защитных газов и полуавтоматическая сварка под слоем флюса. Для определения необходимого вида необходимо подробно проанализировать.

Сварка в среде защитных газов

Данный вид сварки один из форм дуговой сварки плавлением. В зону сварки подаётся защитный газ, струя которого обтекая дугу защищает расплавленный металл от воздействия кислорода и азота атмосферы. При сварке рассматриваемой конструкции из стали 14ХГС целесообразно использовать углекислый газ. Сварка в углекислом газе разработана изначально ввиду дешевизны газа и широкого спектра возможностей его получения

Сущность способа

В зону сварки защитный газ может подаваться центрально, а при повышенных скоростях сварки плавящимся электродом — сбоку. Для экономии расхода дефицитных и дорогих инертных газов используют защиту двумя отдельными потоками газов; наружный поток — обычно углекислый газ. При сварке активных материалов для предупреждения контакта воздуха не только с расплавленным, но и с нагретым твердым металлом применяют удлиненные насадки на сопла. Наиболее надежная защита достигается при размещении изделия в стационарных камерах, заполненных защитным газом. Для сварки крупногабаритных изделий используют переносные камеры из мягких пластичных обычно прозрачных материалов, устанавливаемых локально над свариваемым стыком. Теплофизические свойства защитных газов оказывают большое влияние на технологические свойства дуги, а значит на форму и размеры шва. При равных условиях дуга в гелии по сравнению с дугой в аргоне является более «мягкой», имеет более высокое напряжение, а образующийся шов имеет меньшую глубину проплавления и большую ширину. Углекислый газ по влиянию на форму шва занимает промежуточное положение.

Преимущества метода

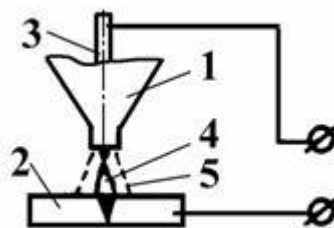
- Возможность сварки во всех пространственных положениях;
- Возможность получения минимальной зоны термического влияния;

- Возможность использования оборудования для сварки самых разных металлов и сплавов;
- Возможность визуального наблюдения за ходом процесса и формированию шва;
- Высокая производительность;
- Легкая механизация и роботизация процесса;
- Нет необходимости подавать и подбирать флюс, удалять шлаковую корку.

Недостатки метода

- Необходимо использование защиты против световой и тепловой радиации;
- Сплошность газовой защиты легко может быть разрушена внешними факторами (например: сквозняк) ;
- Ограниченное применение вне помещений;
- Пятно стопроцентной защиты имеет малый диаметр, что приводит к необходимости использовать дополнительные решения с целью обеспечения защиты дуги и расплавленного металла.

Схема процесса сварки в среде защитных газов приведена на рисунке 2.



1 – сопло сварочной горелки; 2 – свариваемое изделие; 3 – электрод; 4 – дуга; 5 – струя защитного газа

Рисунок 11- Схема процесса сварки в среде защитных газов

Автоматическая сварка под флюсом

Уже давно известно, что на процессы, которые происходят в сварочной ванне, негативно воздействует воздух. В наше время в производстве исполь-

зуют технологии, способные исключить данный фактор. Сегодня в основном применяется сварка ручная дуговая, в среде защитных газов или автоматическая под слоем флюса. Последний вариант позволяет не только выполнять работу намного быстрее, но и улучшает характеристики шва.

Сущность способа

Дуга горит между сварочной проволокой и изделием под слоем флюса. При горении дуги образуется полость газового пузыря, заполненного газами и парами электродного металла. Внутри газового пузыря создаётся небольшое избыточное давление, величина которого зависит от вязкости расплавленного флюса над газовым пузырьком. Это избыточное давление в сочетании с механическим давлением дуги оттесняет расплавленный металл сварочной ванны и помогает формировать сварной шов. Закристаллизованный шлак образует шлаковую корку.

Флюс в вязко-пластичном состоянии охватывает электродную проволоку и затягивает её в зону горения дуги, где частично испаряется, а частично покрывается каплями электродного металла. Вместе с каплями флюс проникает в сварную ванну, выполняя металлургическую обработку расплавленного металла: удаление серы, фосфора и кислорода.

В отличие от РДС токопровод осуществляется на небольшом расстоянии от дуги (40-70 мм). Это позволяет использовать без перегрева проволоки сварочного тока величиной до 2000А.

Схема процесса сварки под слоем флюса представлена на рисунке 3.

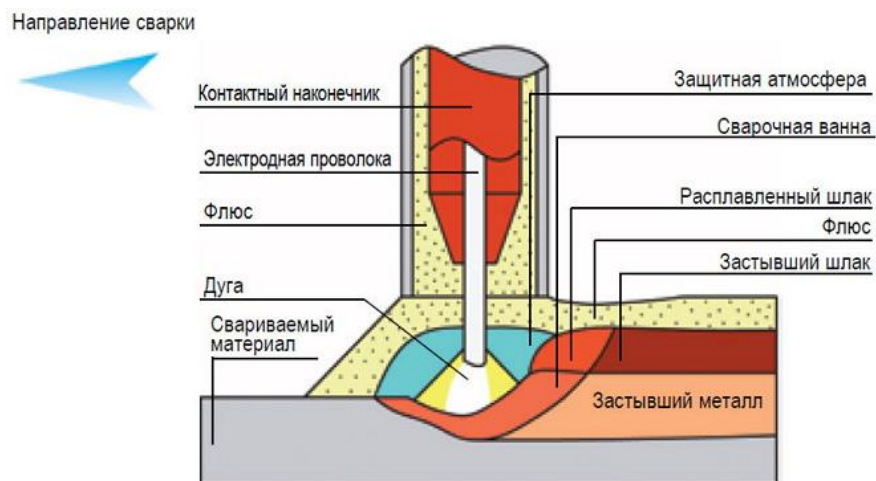


Рисунок 12-Схема процесса сварки под слоем флюса

Преимущества метода

- Повышенная производительность;
- Возможность резкого увеличения силы сварочного тока. Лучшее использование тока заметно экономит расход электроэнергии;
- Заключение дуги в газовый пузырь со стенками из жидкого флюса практически сводит к нулю потери металла на угар и разбрызгивание, суммарная величина которых не превышает 2% веса расплавленного электродного металла. Отсутствие потерь на угар и разбрызгивание и уменьшение доли электродного металла в образовании шва позволяют весьма значительно экономить расход электродной проволоки;
- Отсутствие брызг;
- Максимально надёжная защита зоны сварки;
- Минимальная чувствительность к образованию оксидов;
- Мелкочешуйчатая поверхность металла шва в связи с высокой стабильностью процесса горения дуги;
- Не требуется защитных приспособлений от светового излучения, поскольку дуга горит под слоем флюса;
- Низкая скорость охлаждения металла обеспечивает высокие показатели механических свойств металла шва;
- Малые затраты на подготовку кадров;

- Отсутствует влияния субъективного фактора.
- Сварные швы получаются равномерного и очень высокого качества;

Недостатки метода

- трудозатраты с производством, хранением и подготовкой сварочных флюсов;
- расход флюса по весу в среднем равняется весу израсходованной проволоки, и стоимость его оказывает существенное влияние на общую стоимость сварки;
- трудности корректировки положения дуги относительно кромок свариваемого изделия;
- невидимость места сварки, закрытого толстым слоем флюса. Невидимость места сварки повышает требования к точности подготовки и сборки изделия под сварку, затрудняет сварку швов сложной конфигурации;
- нет возможности выполнять сварку во всех пространственных положениях без специального оборудования;
- отсос и сбор флюса, пересыпка для повторного его использования являются дополнительными источниками пылевыведения. Установлено, что при повторном использовании флюса запыленность воздушной среды выше в 2 раза, чем при сварке под свежим флюсом.

Обоснование выбора способа сварки исследуемой конструкции

После проведения анализа достоинств и недостатков оптимальных видов сварки для рассматриваемой конструкции из стали 14ХГС, можно сделать вывод о том, что наиболее рациональным будет вариант полуавтоматической сварки в среде защитных газов.

Поскольку показатель $C_{эвт}$ для данной стали находится достаточно близко к допустимому значению 0,45, возможно избежать дополнительного

предварительного подогрева с целью уменьшения скорости охлаждения, если использовать сварку под флюсом.

Сварка в среде защитных газов обеспечивает возможность наблюдения за ходом самого процесса, имеет высокую производительность, а так же предотвращает разбрызгивание металла

Для выполнения прихваток следует использовать ручную дуговую сварку покрытым плавящимся электродом.

3.4 Описание и выбор сварочных материалов для сварки стали 14ХГС

Для сварки стали 14ХГС было решено использовать сварку в среде защитных газов.

Защитные газы предназначены для защиты дуги и сварочной ванны от вредного воздействия окружающей среды и делятся на химически инертные и активные.

Инертными называют газы, которые химически не взаимодействуют с нагретым металлом и не растворяются в нем. При их использовании сварку можно выполнять как плавящимся, так и неплавящимся электродом.

К инертным газам относятся аргон (Ar), гелий (He) и их смеси. Они служат для сварки алюминия, магния, сварки титана и их сплавов, склонных при нагреве к энергичному взаимодействию с кислородом, азотом и водородом. Инертные газы обеспечивают защиту дуги и свариваемого металла, не оказывая на него металлургического воздействия.

Активными называют газы, вступающие в химическое взаимодействие со свариваемым металлом и растворяющиеся в нем. По свойствам различают три группы активных газов: с восстановительными свойствами (водород, оксид углерода); с окислительными свойствами (углекислый газ, водяные пары); выборочной активности (азот активен к черным металлам, алюминию, но инертен к меди и медным сплавам). Основным активным защитным газом является углекислый газ.

При расчете затрат следует иметь в виду, что гелий имеет более низкую плотность, в результате чего при сварке его расход выше по сравнению с аргонem

Выбор защитного газа

Для сварки хребтовой балки из стали 14ХГС мною была выбрана смесь газов K18, так как имеет ряд преимуществ над использованием одиночных газов. Для проведения большинства электросварочных работ на сегодняшний

день требуется применение сварочной смеси, цена которой лишь немного превышает традиционную среду защитных газов. Наилучшей считается сварочная смесь в баллонах, на основе аргона. Такая сварочная смесь в баллонах состоит на 82% из аргона и на 18% из углекислого газа. Использование сварочных смесей на основе аргона вместо традиционной углекислоты, позволит существенно повысить качество сварки без модернизации оборудования и изменения технологий.

Преимущества сварочной смеси в баллонах, основу которой составляет аргон, очевидны:

- производительность сварки за единицу времени гораздо больше, в сравнении с традиционной сваркой;
- потери электродного металла на разбрызгивание снижаются на 80%;
- количество прилипания брызг в районе сварного шва снижается, вследствие чего уменьшается трудоемкость их удаления;
- увеличивается глубина провара шва, что приводит к большей прочности конструкций;
- повышается стабильность процесса сварки;
- качество сварного шва приводит к снижению пористости металла и уменьшению неметаллических включений;
- улучшаются условия труда;
- сохраняется здоровье сварщика;
- общая экономия средств составляет не меньше 15 – 20%.

Одним из важных факторов почему многие предприятия не используют в своем производстве газовые смеси является разница в цене между баллоном углекислоты и баллоном аргона. Однако, как показывает опыт, использование газа при производстве как правило несет очень маленький процент в общем объеме себестоимости, но позволяет существенно увеличить скорость производственного цикла, а также качество выпускаемой продукции.

Газовая смесь K-18 (18% CO₂+Ar), ТУ 2114-004-00204760-99. Наиболее универсальные двухкомпонентные смеси для сварки углеродистых кон-

струкционных и некоторых низколегированных сталей, какой и является сталь 14ХГС.

Кислород (O_2) Кислород обладает высокой химической активностью и способен образовывать химические соединения (оксиды) со всеми элементами, кроме инертных газов (аргон, криптон, ксенон, неон и гелий) и благородных металлов (золото, серебро, платина, палладий, родий и т.д.). В сжатом или нагретом кислороде процесс окисления при определенных условиях может протекать с нарастающей скоростью за счет повышения температуры в зоне реакции вследствие выделения теплоты. Технический кислород находит широкое применение во многих ведущих отраслях промышленности. Его используют для интенсификации выплавки стали (в мартеновских и электрических печах) и чугуна (в доменных печах), при кислородно-конверторной выплавке стали и получении цветных металлов из руд. Крупным потребителем кислорода является химическая промышленность. С его применением осуществляется газификация твердых топлив, конверсия газообразных углеводородов при получении синтетического аммиака, метанола и формальдегида, производство ацетилена из природного газа, азотной и серной кислот и другие процессы. Технический газообразный кислород применяют для газопламенной обработки металлов и других технических целей. Медицинский газообразный кислород применяют для дыхания и лечебных целей. Согласно ГОСТ 5583-78 кислород различается различной степенью чистоты (99,7–99,2 %). Следует учесть важное значение чистоты газа при сварке и резке металла. Снижение чистоты кислорода на 1 % не только ухудшает качество сварного шва, но и требует увеличения расхода кислорода на 1,5 %. Аргон (Ar) Аргон – инертный газ с атомной массой 39,9, в обычных условиях – бесцветный, без запаха и вкуса, примерно в 1,38 раза тяжелее воздуха. Аргон считается наиболее доступным и сравнительно дешевым среди инертных газов. Аргон занимает третье место по содержанию в воздухе (после азота и кислорода), на него приходится примерно 1,3% массы и 0,9% объема атмосферы Земли. В промышленности основной способ получения аргона – метод низкотемпера-

турной ректификации воздуха с получением кислорода и азота и попутным извлечением аргона. Также аргон получают в качестве побочного продукта при получении аммиака. Газообразный аргон хранится и транспортируется в стальных баллонах (по ГОСТ 949-73). Баллон с чистым аргоном окрашен в серый цвет, с надписью «Аргон чистый» зеленого цвета согласно ГОСТ 10157-79 газообразный и жидкий аргон поставляется двух видов: высшего сорта (с объемной долей аргона не менее 99,993%, объемной долей водяных паров не более 0,0009%) и первого сорта (с объемной долей аргона не менее 99,987%, объемной долей водяных паров не более 0,001%). Аргон не взрывоопасен и не токсичен, однако при высокой концентрации в воздухе может представлять опасность для жизни: при уменьшении объемной доли кислорода ниже 19% появляется кислородная недостаточность, а при значительном снижении содержания кислорода возникают удушье, потеря сознания и даже смерть. Аргон используется в качестве инертного защитного газа при дуговой сварке, в том числе в качестве основы защитной газовой смеси (с кислородом, углекислым газом).

Выбор проволоки

При выборе проволоки следует учитывать ее состав и механические свойства. Сварочная проволока должна иметь меньшее содержание углерода и большее содержание легирующих элементов, чем свариваемые детали. В этом случае можно получить сварной шов равнопрочным с основным металлом и аналогичными физико-химическими свойствами;

Сварочная проволока Св-08Г2С ГОСТ 10543-88 регламентирует химический состав проволок для наплавки. Дальнейшее обоснование опирается на данный регламент.

Проволока сварочная СВ-08Г2С (ГОСТ 2246-70) применяется для автоматической сварки углеродистых сталей в среде защитных газов с пределом текучести 235-285Мпа и для производства электродов с повышенной вязкостью и пластичностью шва, предназначенных для сваривания низколегированной и низкоуглеродистой стали, какой и является сталь 14ХГС.

Допускается в проволоке марки Св-08Г2С диаметром 1,6 мм массовая доля марганца 1,65 – 2,10%. В легированной проволоке содержание мышьяка не должно превышать 0,08%. Содержание азота в проволоке не должно превышать 0,012%. Проволока Св-08Г2С бывает с омедненной поверхностью и неомедненной поверхностью. Проволоку с неомедненной поверхностью свертывают в мотки, с размером внутреннего диаметра витков мотка проволоки 300-600 мм массой 15 кг. Проволоку с омедненной поверхностью свертывают в мотки прямоугольного сечения с размером наружного диаметра – 100 мм. Высота мотка – 50 мм. По соглашению проволока поставляется, намотанной на катушки или в кассеты. Проволока в мотках (катушках, кассетах) должна состоять из одного отрезка, свернутого переплетенными рядами и плотно укутанными таким образом, чтобы исключить возможность разматывания мотка. Концы проволоки должны быть легко находимы. Допускается контактная стыковая сварка отдельных кусков проволоки одной плавки. Временное сопротивление разрыву легированной проволоки должно соответствовать 90-135 кгс/мм. Поверхность проволоки должна быть чистой и гладкой, без трещин, расслоений и других загрязнений. На поверхности проволоки допускаются риски (в том числе затянутые), царапины, местная рябизна и отдельные вмятины. Глубина указанных пороков не должна превышать предельного отклонения по диаметру проволоки. На поверхности проволоки не допускается наличие технологических смазок, за исключением следов мыльной смазки без графита и серы. Проволока поставляется партиями. Каждая партия должна состоять из проволоки одной марки, одной плавки, одного диаметра, одного назначения и одного вида поверхности. Каждый моток должен быть плотно перевязан мягкой проволокой не менее, чем в

трёх местах, равномерно расположенных по периметру мотка. Мотки проволоки одной партии допускается связывать в бухты. Масса одного мотка или бухты не должна превышать 80 кг. На каждый моток проволоки крепят металлическую бирку, на которой должны быть указаны: наименование или товарный знак предприятия-изготовителя, условное обозначение проволоки, номер партии, клеймо технического контроля. Каждая марка проволоки должна сопровождаться сертификатом, удостоверяющим соответствие проволоки требованиям настоящего стандарта. В сертификате указывают: товарный знак предприятия-изготовителя, условное обозначение проволоки, номер плавки и партии, состояние поверхности проволоки, химический состав в процентах, результаты испытаний на растяжение, массу проволоки нетто в килограммах.

Ниже приведена таблица 9 химического состава данной проволоки.

Таблица 9 –Химический состав проволоки Св-08Г2С в [5]

Химический элемент	Химический состав						
	C	Si	Mn	Cr	Ni	S	P
Требования ГОСТ 2246-70	0.060	0,70-0,95	1,80-2,10	<0,20	<0,25	0,012	<0,03
Результаты испытаний	0,06-0,08	0,75-0,92	1,80-1,92	0,05	0,044	0,010	0,01

Данная проволока имеет химический состав схожий с химическим составом стали 14ХГС.

Механические свойства проволоки 08Г2С приведены в таблице 610

Таблица 10- Механические свойства проволоки 08Г2С [4]

Производитель	Марка Стандарт	Предел текучести, МПа	Предел прочности, МПа	Относительное удлинение, %	Ударная вяз- кость KCV, Дж			
					+20°	20°	30°	40°

	Св-08Г2С ГОСТ 2246-70	>464	580	24	130	70	-	
--	-----------------------------	------	-----	----	-----	----	---	--

Из таблицы 6 видно, что предел прочности проволоки (580 МПа) выше, чем предел прочности стали (490 МПа).

Омедненная сварочная проволока гарантирует высокие сварочно-технологические свойства, стабильность механических свойств металла шва и надежность сварных соединений.

Выбор электрода

Для выполнения прихваток при сборке конструкции необходимо использовать ручную дуговую сварку покрытым электродом УОНИ- 13/55 (ГОСТ 9467-75).

3.5 Расчёт режимов сварки

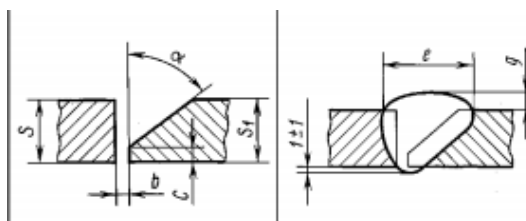
Расчёт режима сварки для соединения С 8

Режимом сварки называют совокупность основных характеристик сварочного процесса, обеспечивающего получение сварных швов, заданных размеров, формы и качества.

При автоматической дуговой сварке плавящимся электродом в среде защитных газов такими характеристиками являются: сварочный ток, напряжение на дуге, диаметр электрода, скорость сварки, скорость подачи проволоки, вылет электрода, расход газа.

Первым условием при выборе режима сварки является получение швов с оптимальными размерами и формой, обеспечивающими как высокую технологическую прочность, так и хорошее формирование шва. Вторым условием выбора рационального режима сварки является обеспечение такого термического цикла, который обеспечивал бы оптимальные свойства зоны термического влияния и металла шва. В качестве сварного соединения были выбраны соединения С8 и С10 по ГОСТ 14771-76.

Сварное соединение С8 представлено на рисунке 4.



s -толщина металла; α -угол разделки кромок; β -угол скоса кромки; b -зазор; c -притупление кромок; g -выпуклость шва

Рисунок 12-Сварное соединение С8 по ГОСТ 14771-76

Исходные размеры:

$S=16 \text{ мм}; b=2 \text{ мм}; g=2\text{мм}; e =22 \text{ мм}; \alpha= 40^\circ; \delta= 4 \text{ мм}.$

Определим площадь наплавленного металла для сварного соединения
С8:

Первая сторона

$$F_H = F_{\text{пр}} + F_{\text{л.в.}} \quad (5)$$

$$F_{\text{пр}} = \frac{S}{2 * b} \quad (6)$$

$$F_{\text{пр1}} = (16/2 + 2) * 2 = 20 \text{ мм}^2$$

$$F_{\text{л.в.}} = 0.73 * g * e \quad (7)$$

$$F_{\text{л.в.}} = 0.73 * 2 * 22 = 32 \text{ мм}^2$$

$$F_{\text{H1}} = 20 + 32 = 52 \text{ мм}^2$$

Вторая сторона:

$$F_{\text{пр 1}} = (16/2 - 2) * 2 = 12$$

$$F_{\text{H2}} = 12 + 32 = 44 \text{ мм}^2$$

$$F_{\text{H}} = 52 + 44 = 96 \text{ мм}^2$$

Так как $F_H = 96 \text{ мм}$, сварить будем в 3 прохода, так как это улучшает качество шва и не влияет на производительность в целом.

Таким образом, рассчитываем режим сварки для подварочного шва площадью в 30 мм^2

Подбор диаметр проволоки по формуле:

$$d_{э.п.} = K_d \cdot F_n^{0,625} \quad (8)$$

Коэффициент K_d взят из методических указаний № 5420 в таблица 16

$$K_d = 0,149$$

$$d_{э.п.} = 0,149 \cdot 30^{0,625} = 0,149 \cdot 8,4 = 1,2 \text{ мм}$$

$$d_{э.п.} = 0,409 \cdot 30^{0,625} = 0,409 \cdot 8,4 = 3,4 \text{ мм}$$

Рассчитаем приведённое значение глубины проплавления h_p по формуле 8

$$h_p = (f' + c) \cdot q \quad (9)$$

$$e = f', F_H = 30 \text{ мм}^2$$

$$f' = \sqrt{\frac{2 \cdot F_1}{\tan \alpha}} \quad (10)$$

$$f' = \sqrt{\frac{2 \cdot 30}{\tan 45}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 30}{1}} = 7,7 \text{ мм}$$

Рассчитаем величину выпуклости наплавленного валика из схемы привидения к стандартному расчёту по формуле (9).

$$F_H = 0,73 \cdot e \cdot q \quad (11)$$

$$q = \frac{F_H}{0,73 \cdot e} \quad (12)$$

$$q = \frac{30}{0,73 \cdot 7,7} = 5,3 \text{ мм}$$

$$h_p = (7,7 + 2) - 5,3 = 4,4 \text{ мм}$$

Рассчитаем сварочный ток по формуле (10) $I_{\text{св}}$, А:

$$I_{\text{св}} = \frac{h_p}{K_h} \cdot 100 \quad (13)$$

$$I_{\text{св}} = \frac{4,4}{2,1} \cdot 100 = 209 \text{ А}$$

где K_h —коэффициент пропорциональности по таблице [1, стр.193]

$$K_h = 2,1$$

Расчёт значения плотности тока j выполним по формуле по формуле, $\text{А}/\text{мм}^2$:

$$j = \frac{4 \cdot I_{\text{св}}}{\pi \cdot d_{\text{эп}}^2} \quad (14)$$

$$j = \frac{4 \cdot 209}{3,14 \cdot 1,2^2} = \frac{836}{4,52} = 185 \text{ А}/\text{мм}^2$$

Определим вылет электродной проволоки по формуле (15), мм:

$$l_{\text{эп}} = 10 \cdot d_{\text{эп}} \pm 2 \cdot d_{\text{эп}} \quad (15)$$

$$l_{\text{эп}} = 10 \cdot 1,2 \pm 2 \cdot 1,2$$

$$l_{\text{эп}} = 12 \pm 2,4 \text{ мм}$$

Рассчитаем коэффициент расплавления по формуле (16) $\alpha_p, \text{ }^\circ\text{C}/(\text{A}\cdot\text{ч})$:

$$\alpha_p = 6,8 + 0,0702 \cdot I_{\text{св}} \cdot d^{(-1,505)} \quad (16)$$

$$\begin{aligned} \alpha_p &= 6,8 + 0,0702 \cdot 209 \cdot 1,2^{(-1,505)} = 6,8 + 0,0702 \cdot 209 \cdot 0,76 \\ &= 17,95 \text{ }^\circ\text{C}/(\text{A}\cdot\text{ч}) \end{aligned}$$

Рассчитаем коэффициент наплавки по формуле (16) $\alpha_n, \text{ }^\circ\text{C}/(\text{A}\cdot\text{ч})$:

Для сварки в смеси газов К-18 (φ_n) коэффициент потерь на угар и разбрызгивание принимаем 3,8%.

$$\alpha_n = \alpha_p \cdot (1 - \varphi_n) \quad (17)$$

$$\alpha_n = 17,95 \cdot (1 - 0,038) = 17,95 \cdot 0,962 = 17,3 \text{ }^\circ\text{C}/(\text{A}\cdot\text{ч})$$

Рассчитаем скорость сварки по формуле (18) $V_{\text{св}}, \text{ см}/\text{с}$:

$$V_{\text{св}} = \frac{\alpha_n \cdot I_{\text{св}}}{3600 \cdot \rho \cdot F_1}, \quad (18)$$

$$V_{\text{св}} = \frac{17,3 \cdot 209}{3600 \cdot 7,8 \cdot 0,3} = \frac{3615,7}{8424} = 0,43 \text{ см}/\text{с} = 15,5 \text{ м}/\text{ч}$$

где α_n – коэффициент наплавки, $^\circ\text{C}/\text{A}\cdot\text{ч}$;

ρ – плотность основного металла, $\rho=7,8 \text{ г}/\text{см}^3$

Расчёт напряжения на сварочной дуге по формуле (16) $U_d, \text{ В}$:

$$U_{\text{д}} = 14 + 0,05 \cdot I_{\text{св}} \quad (19)$$

$$U_{\text{д}} = 14 + 0,05 \cdot 209 = 24,45 \text{ В}$$

Принимаем: $U_{\text{д}}=24 \text{ В}$.

Рассчитаем погонную энергию по формуле (20) $q_{\text{п}}$, Дж/см:

$$q_{\text{п}} = \frac{I_{\text{св}} \cdot U_{\text{д}} \cdot \eta_{\text{э}}}{V_{\text{св}}}, \quad (20)$$

$$q_{\text{п}} = \frac{209 \cdot 24 \cdot 0,7}{0,43} = \frac{3511}{0,43} = 8166 \text{ Дж/см}$$

где $\eta_{\text{э}}$ —эффективный КПД нагрева изделия дугой.

$\eta_{\text{э}}=0,70$;

Найдём коэффициент формы проплавления по формуле (21) $\varphi_{\text{пр}}$, [1, стр.188]:

$$\varphi_{\text{пр}} = K' \cdot (19 - 0,01 \cdot I_{\text{св}}) \cdot \frac{d_{\text{эп}} \cdot U_{\text{д}}}{I_{\text{св}}}, \quad (21)$$

$$\varphi_{\text{пр}} = 0,92 \cdot (19 - 0,01 \cdot 209) \cdot \frac{1,2 \cdot 24}{209} = 0,92 \cdot 16,91 \cdot 0,138 = 2,14$$

где K' - коэффициент, при плотностях тока $j > 120 \text{ А/мм}^2$ и сварке на постоянном токе обратной полярности равный $K' = 0,92$.

Проверим глубину проплавления h :

$$h = 0,0081 \cdot \sqrt{\frac{q_{\text{п}}}{\varphi_{\text{пр}}}} \quad (22)$$

$$h = 0,0081 \cdot \sqrt{\frac{8166}{2,14}} = 0,5 \text{ см} = 5 \text{ мм}$$

Глубина проплавления (h) отличается от расчётного (h_p) на 11%, точность расчёта в пределах $\pm 15\%$.

Скорость подачи электродной проволоки $V_{\text{эл}}^{(+)}$ марки Св-08Г2С при сварке на обратной полярности и вылете $l_{\text{эл}} = 10 \cdot d_{\text{эл}}$, находится по формуле (23), мм/с:

$$V_{\text{эл}}^{(+)} = 0,53 \cdot \frac{I_{\text{св}}}{d_{\text{эл}}^2} + 6,94 \cdot 10^{-4} \cdot \frac{I_{\text{св}}^2}{d_{\text{эл}}^3} \quad (23)$$

$$\begin{aligned} V_{\text{эл}}^{(+)} &= 0,53 \cdot \frac{209}{1,2^2} + 6,94 \cdot 10^{-4} \cdot \frac{209^2}{1,2^3} = 0,53 \cdot 145,14 + 6,94 \cdot 0,0001 \cdot 25278 \\ &= 76,92 + 17,54 = 94,5 \text{ мм/с} = 340 \text{ м/ч} \end{aligned}$$

Расход защитного газа по формуле (1.23) $q_{\text{з.г.}}$, л/мин:

$$q_{\text{з.г.}} = 3,3 \cdot 10^{-3} \cdot I_{\text{св}}^{0,75}, \text{ л/с}; \quad (24)$$

$$\text{или } q_{\text{з.г.}} = 0,2 \cdot I_{\text{св}}^{0,75}, \text{ л/мин}$$

$$q_{\text{з.г.}} = 0,0033 \cdot 209^{0,75} = 0,0033 \cdot 54,96 = 0,18 \text{ л/с}$$

$$q_{\text{з.г.}} = 0,2 \cdot 54,96 = 11 \text{ л/мин}$$

Полученные данные сводим в таблицу 11

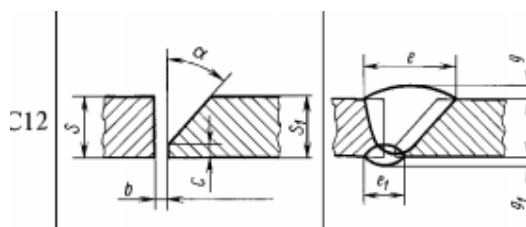
Таблица 11 – Режимы для автоматической сварки соединения С8 в смеси защитных газов К-18

Кол-во проходов	F_n , мм ²	$d_{э.п.}$, мм	$V_{св}$, м/ч	$V_{э.п.}$, м/ч	$I_{св}$, А	U_d , В	$l_{э.п.}$, мм	$q_{з.г.}$, л/мин
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Подварочный	30	1,2	15,5	340	209	24	12±2,4	11
Второго	30	1,2	15,5	340	209	24	12±2,4	11
Третьего	30	1,2	15,5	340	209	24	12±2,4	11

Параметры режима сварки второго прохода остаются такими же, как и при выполнении первого прохода.

5.2 Расчёт режимов сварки для соединения С12

Определим площадь наплавленного металла для соединения спроектированного на базе соединения С12 по ГОСТ14771-76. Схема соединения С12 представлена на рисунке 5.



s -толщина металла; α -угол разделки кромок; β -угол скоса кромки; b -зазор; c -притупление кромок; g -выпуклость шва

Рисунок 15-Схема соединения С12

Расчёт площади будем вести по формуле с 4 по 6:

$$F_{\text{пр}} = 3 \cdot 16 = 48 \text{ мм}^2$$

$$F_{\text{тр}} = h_{\text{в.тр}} \cdot 2 \cdot \tan \alpha / 2$$

$$h_{\text{в.тр}} = S - 2 = 14 \text{ мм}$$

$$F_{\text{тр}} = 14 \cdot \tan 30^\circ / 2 = 58,8 \text{ мм}^2$$

$$F_{\text{л.в}} = 0,73 \cdot 20 \cdot 3 = 43,8 \text{ мм}^2$$

$$F_{\text{н}} = 48 + 58,8 + 43,8 = 151 \text{ мм}^2$$

Расчёт площади корневого шва с высотой 8 мм:

$$F_{\text{пр}} = 3 \cdot 8 = 24 \text{ мм}^2$$

$$F_{\text{тр}} = 6 \cdot \tan 30^\circ / 2 = 10,4 \text{ мм}^2$$

$$F_{\text{к}} = 24 + 10,4 = 34,4 \text{ мм}^2$$

Расчёт режимов сварки буду вести по формулам с 7 по 19.

Рассчитаем режимы сварки для корневого шва аналогично соединению С12.

Подберём диаметр проволоки по формуле (8):

$$d_{\text{э.п.}} = 0,149 \cdot 28^{0,625} = 0,149 \cdot 8 = 1,19 \text{ мм}$$

$$d_{\text{э.п.}} = 0,409 \cdot 28^{0,625} = 0,409 \cdot 8 = 3,27 \text{ мм}$$

$$d_{\text{э.п.}} = 1,19 \div 3,27 \text{ мм}$$

Принимаем $d_{\text{э.п.}} = 1,2 \text{ мм}$

Найдем расчётную глубину проплавления(9)

$$h_{\text{р}} = 0,7 \cdot s - 0,5 \cdot b$$

$$h_{\text{р}} = (8,9 + 2) - 6,11 = 4,8 \text{ мм}$$

Рассчитаем сварочный ток по формуле (10)

$$I_{\text{св}} = 4,8 / 2,1 \cdot 100 = 228 \text{ А}$$

Расчёт значения плотности тока по формуле (11) j , А/мм²:

$$j = \frac{4 \cdot 228}{3,14 \cdot 1,2^2} = \frac{912}{4,5} = 201 \text{ А/мм}^2$$

$$j=4 \cdot 228 / 3,14 \cdot (1,2^2) = 201 \text{ А/мм}^2$$

Определим вылет электродной проволоки по формуле (12), мм:

$$l_{\text{эп}} = 10 \cdot 1,2 \pm 2 \cdot 1,2$$

$$l_{\text{эп}} = 12 \pm 2,4 \text{ мм}$$

Рассчитаем коэффициент расплавления по формуле (13) α_p , °/(А·ч):

$$\alpha_p = 6,8 + 0,0702 \cdot 228 \cdot 1,2^{(-1,505)} = 6,8 + 0,0702 \cdot 124 \cdot 0,49 = 13 \text{ °/(А} \cdot \text{ч)}$$

Рассчитаем коэффициент наплавки по формуле (14) α_n , °/(А·ч)

Для сварки в смеси газов К-18 (φ_n) коэффициент потерь на угар и разбрызгивание принимаем 3,8%.

$$\alpha_n = 17,95 \cdot (1 - 0,038) = 13,41 \cdot 0,962 = 12,5 \text{ °/(А} \cdot \text{ч)}$$

Рассчитаем скорость сварки по формуле (15) $V_{\text{св}}$, см/с:

$$V_{\text{св}} = \frac{12,5 \cdot 228}{3600 \cdot 7,8 \cdot 0,28} = \frac{1599,6}{7862,4} = 0,25 \text{ см/с} = 9,13 \text{ м/ч}$$

где α_n – коэффициент наплавки, °/(А·ч);

ρ – плотность основного металла, $\rho=7,8 \text{ г/см}^3$

Расчёт напряжения на сварочной дуге по формуле (16) U_d , В:

$$U_d = 14 + 0,05 \cdot 228 = 25,4 \text{ В}$$

Принимаем: $U_d=25,4 \text{ В}$.

Рассчитаем погонную энергию по формуле (17) q_n , Дж/см:

$$q_n = \frac{228 \cdot 25 \cdot 0,7}{0,25} = \frac{3990}{0,25} = 15960 \text{ Дж/см}$$

где $\eta_{\text{э}}$ —эффективный КПД нагрева изделия дугой.

$$\eta_{\text{э}}=0,70;$$

Найдём коэффициент формы проплавления по формуле (18) $\varphi_{\text{пр}}$,
[стр.188]:

$$\varphi_{\text{пр}} = 0,92 \cdot (19 - 0,01 \cdot 228) \cdot \frac{1,2 \cdot 25}{228} = 2,024$$

где K' - коэффициент, при плотностях тока $j \leq 120 \text{ А/мм}^2$ и сварке на постоянном токе обратной полярности равный $K' = 0,367 \cdot j^{0,1925}$.

$$K' = 0,367 \cdot 110^{0,1925} = 0,90$$

Скорость подачи электродной проволоки $V_{\text{эл}}^{(+)}$ марки Св-08Г2С при сварке на обратной полярности и вылете $l_{\text{эл}}=10 \cdot d_{\text{эл}}$, находится по формуле
(19), мм/с:

$$V_{\text{э.п.}}^{(+)} = 0,53 \cdot \frac{228}{1,2^2} + 6,94 \cdot 10^{-4} \cdot \frac{228^2}{1,2^3} = 0,53 \cdot 86,11 + 6,94 \cdot 0,0001 \cdot 8898,15 \\ == 83,9 + 20,8 = 111,9 \text{ ММ/с} = 376 \text{ М/ч}$$

Расход защитного газа по формуле (20) $q_{\text{з.г.}}$, л/мин:

$$q_{\text{з.г.}} = 0,0033 \cdot 228^{0,75} = 0,19 \text{ л/с}$$

$$q_{\text{з.г.}} = 0,2 \cdot 56,8 = 11,7 \text{ л/мин}$$

Расчёт последующих швов производится аналогично, так как имеет аналогичную площадь наплавленного металла.

Данные сведём в таблицу 12.

Таблица 12 – Режимы для автоматической сварки соединения С10 в смеси защитных газов К-18

Кол-во проходов	F_n , мм ²	$d_{\text{э.п.}}$, мм	$V_{\text{св}}$, м/ч	$V_{\text{э.п.}}$, м/ч	$I_{\text{св}}$, А	U_d , В	$l_{\text{э.п.}}$, мм	$q_{\text{з.г.}}$, л/мин
Подварочный	30	1,2	10	200	230	25	13±2,4	11
Второго	40	1,2	10	210	230	28	13±2,4	12,1
Третьего	40	1,2	10	210	230	28	13±2,4	12,1

3.6 Изготовление деталей хребтовой балки

Упоры автосцепки в рамах грузовых вагонов, передающих продольные усилия на хребтовую балку, изготавливаются из стального литья и соединяются заклепками с хребтовой балкой. Передний упор предназначен для передачи растягивающего (тягового) усилия, задний упор - для передачи сжимающего (ударного) усилия. Данные детали поставляются в сборочно-

сварочный цех для изготовления хребтовой балки из других механических участков.

Z-образные профили изготавливают по запросам заказчика посредством литья из листового металла в специальных механических цехах и последующей гибки заготовок на специальных гибочных станках. Далее готовую z-образную балку обрабатывают на продольно-фрезерных станках, выдерживая чертежные размеры, а планки, изготовленные методом штамповки, поступают в готовом виде из механических цехов.

3.7 Выбор технологического оборудования

Для подбора технологического оборудования необходимо соблюдать следующие критерии: наименьшие габаритные размеры оборудования, обуславливающие минимальную необходимую площадь для размещения его в цехе; наименьшая возможная масса; наибольшая эксплуатационная надежность и относительная простота обслуживания, техническая характеристика, наиболее отвечающая всем требованиям принятой в разрабатываемом цехе технологии операций.

Так же следует учитывать, что в серийном производстве применяют универсальное оборудование, простую и комбинированную оснастку с ручной или механизированной подачей листов, прутков, полос или штучных заготовок. Используют общецеховой и напольный транспорт

Все данные по основному и вспомогательному оборудованию, применяемому на проектируемом участке цеха свожу в таблицу 9.

Таблица 13 – Основное и вспомогательное оборудование

Название операции	Наименование оборудования, приспособления оснастки и инструмента	Основные технические характеристики	Габаритные размеры
1	2	3	4
Транспортировка	Кран мостовой электрический	Пролёт-6-32 м; высота подъёма-4-32 м; температурный режим работы - 40°C...+40°C; режим работы- средний А5 Q50/10 т L 32.5м	16800ммх900ммх3040мм

Продолжение таблицы 13

1	2	3	4
Сверловка z-образных профилей	Станок радиально-сверлильный ГОСТ 1222-80	Напряжение: 380 В; Мощность: 2900 Вт; Число скоростей: 6; Мах диаметр сверла: 32 мм; Конус шпинделя: МК-4; Размер Т-образного паза: 20 мм	1000ммх320ммх800мм
Обрезка z-образных профилей	Керосиновый резак РК-62 ГОСТ 29090 Плита сварочно-сборочная ССВ-1-2	Расход кислорода-6 м ³ /ч; Расход керосина 0,8-0,9 кг/ч Скорость резки-300-500 мм/мин Вентиляция встроенная Высота плиты над уровнем пола-600-900 мм; Производительность-1800 м ³ /час; эл.питание-380 В	1250ммх850ммх1410мм
Скос кромок	Керосиновый резак РК-62 ГОСТ 29090	Расход кислорода-21 м ³ /ч; Давление кислорода-от 0,25 до 0,75 МПа Расход керосина 0,8-0,9 кг/ч Скорость резки-300-500 мм/мин Толщина разрезаемой стали-от 3 до 200 мм	580х155х55
Отчистка и подготовка металла под сварку	УШМ – Углошлифовальная машинка	Мощность-700-2500 Вт 10000 об/мин; температура работы до 130°С	480мм

Продолжение таблицы 13

1	2	3	4
Сборка z-образных профилей	Стенд для сборки хребтовой балки пневматический;	Эл.питание-380 В Тип механизации-пневмоцилиндрический Усилие прогиба-3200 кгс	13960ммх710ммх600мм
	Колонна сварочная Power Electric S500-источник питания Telwin BIMAX 162-сварочная головка	Наглядный интерфейс пользователя, рациональное сокращение количества органов управления до важнейших функций Активация уменьшенного вторичного сварочного тока с помощью кнопки горелки Регулировка нарастания и спада тока	530ммх230ммх820мм

Продолжение таблицы 13

1	2	3	4
		<p>Настройка предварительной подачи газа/продувки газом</p> <p>Функция Antistick</p> <p>Возможность настройки тока и времени горячего старта</p> <p>Возможность настройки Arcforce</p> <p>Экономия электроэнергии благодаря высокому КПД и функции энергосбережения.</p> <p>Номинальный выход сила тока-450 А; напряжение-36,5 В.</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Рациональное сокращение количества элементов управления до важнейших функций ○ Подключение к сети питания 230 В/16 А ○ Multivolt (MV): Автоматическая адаптация к сетевому напряжению (115 В/230 В) <p>Технические характеристики сварочной головки:</p> <p>тип-трансформаторный; напряжение сети-220 В; максимальная мощность-3,7 кВт</p>	270ммx180ммx250мм

Продолжение таблицы 13

1	2	3	4
Сварка	Power Electric S500- источник питания Telwin BIMAX 162- сварочная головка Автоматизированная линия сварки	(Характеристики сва- рочного оборудова- ния представлены выше) Питание от распро- странённых сетей 380-575 В АС,50/60Гц. Позво- ляет работать в лю- бой точке мира, 2. Быстрое переключе- ние полярности без	14000ммх980ммх450мм
		необходимости в из- менении configura- ции апп арата сводит к мини- муму время простоя, 3. Простая организа- ция параллельной работы и многодуго- вой сварки, 4. 3-фазное питание- позволяет избавиться от нестабильности характерной для ап- паратов на основе трансформатора пе- ременного тока, 5. 95% коррекция ко- эффициента мощно- сти-позволяет уста- новит сразу несколь- ко устройств на огра- ниченную инфра- структуру предприя- тия и, как след- ствие сохранить затраты, 6. Подключение че- рез ARCLink, Ether- net и DeviceNet для удалённого наблюде- ния, управления и решения возникаю- щих проблем	

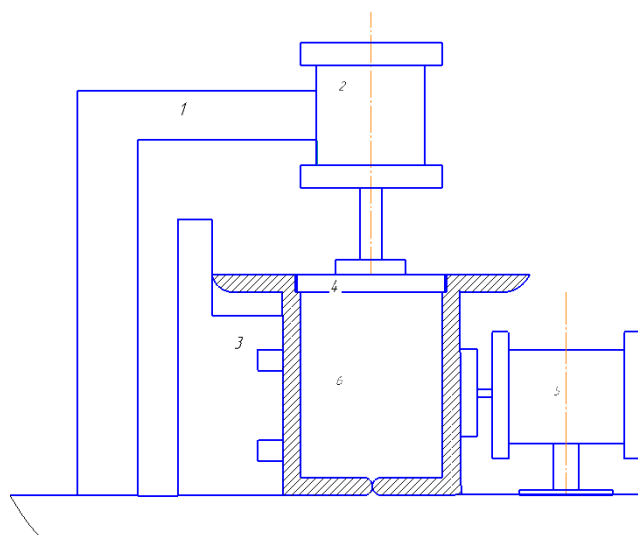
Окончание таблицы 13

1	2	3	4
Отчистка	УШМ	(технические характеристики представлены выше)	480 мм
Правка	Вертикальный стан для правки типа SIZ-40	Мощность двигателя 2 кВт; скорость правки 13 м/мин; общая мощность 24,2 кВт; вес 9000 кг; максимальная длина балки 15 м; минимальная длина балки 4 м.	3900x2100x2300
Контроль	ВИК на наличие пор, подрезов и т.д. Проверка всех геометрических размеров и допустимых отклонений. Ультразвуковой контроль качества швов. Основной контроль над качеством сварных соединений производится в рентгеноскопической лаборатории на специальной рентген-установке для исследования габаритных деталей в условиях серийного производства		

3.8.Обоснование выбора оборудования для сборки

Стенд для сборки хребтовой балки

Для сборочных работ мною был выбран специализированный стенд для сборки хребтовой балки полувагона. Данное оборудование обеспечивает точную центрацию двух z-образных профилей, представляет собой простую и не дорогую конструкцию, не представляющую труда для её сборки. Стенд для сборки хребтовой балки представлена на рисунке 6



1-стойка;2-вертикальный пневмоцилиндр на консоли и стойке;3-постоянный упор с торцевыми магнитами;4-полка;5-пневмоприжим с пятой;7-торцевые магниты;8-пята

Рисунок 15-Стенд для сборки хребтовой балки с пневмоцилиндрами

Последовательность сборки хребтовой балки на сборочном стенде

Z-образный профиль устанавливаются вертикально к постоянному упору с торцевыми магнитами, следующий профиль устанавливается нижней базой плотно к предыдущему профилю и удерживается от опрокидывания опорной площадкой торцевого пневмоприжима. Для коррекции технологического зазора предварительно на горячую полку z-образного профиля устанавливается z-образные проволоки и фиксируются съемными магнитами.

После чего, с помощью грузоподъёмного крана устанавливается полка и фиксируется вертикальным пневмоприжимом на поворотную консоль.

3.9.Обоснование выбора оборудования для сварки

Механизированная линия для сварки хребтовой балки

Одной из особенностей конструкции хребтовой балки является наличие длинных продольных швов, поэтому рационально использовать роботизированную линию сварки. Это решение позволит в разы повысить скорость сварки, а следовательно и производительность. Более того, при выполнении сварных швов при помощи роботизированной сварки, почти исключается человеческий фактор, т.е. неровность, прерывистость шва, непровары и другие дефекты.

Для сварки в среде защитных газов выбрана автоматическая линия для сварки в среде защитных газов.

В неё входит:

1. Питание от распространённых сетей 380-575 В АС, 50/60 Гц. 2. Быстрое переключение полярности без необходимости в изменении конфигурации аппарата сводит к минимуму время простоя,
3. Простая организация параллельной работы и многодуговой сварки,
4. 3-фазное питание-позволяет избавиться от нестабильности характерной для аппаратов на основе трансформатора переменного тока,
5. 95% коррекция коэффициента мощности-позволяет установить сразу несколько устройств на ограниченную инфраструктуру предприятия и, как следствие, сохранить затраты,
6. Подключение через ARCLink, Ethernet и DeviceNet для удалённого наблюдения, управления и решения возникающих проблем.

Для непосредственной сварки z-образных швов хребтовой балки мною был выбран сварочный аппарат Power wave Lincoln Electric, являющийся современным импортным оборудованием и обладающий рядом преимуществ:

Наглядный интерфейс пользователя, рациональное сокращение количества органов управления до важнейших функций

Активация уменьшенного вторичного сварочного тока с помощью кнопки горелки

Регулировка нарастания и спада тока

Настройка предварительной подачи газа/продувки газом

Функция Antistick

Возможность настройки тока и времени горячего старта

Возможность настройки Arcforce

Экономия электроэнергии благодаря высокому КПД и функции энергосбережения

- Рациональное сокращение количества элементов управления до важнейших функций
- Подключение к сети питания 230 В/16 А
- Multivolt (MV): Автоматическая адаптация к сетевому напряжению (115 В/230 В)
- Защита от перенапряжения: Никакого повреждения аппарата из-за непреднамеренного подключения к сети напряжением 400

Обоснование выбора источника питания для сварки

В качестве источника питания для сварки был выбран сварочный инвертор Power Electric S500.

Данный аппарат является представителем известной фирмы, выпускающее сварочное оборудование «LINKOLN» Он имеет ряд важных преимуществ для сварки в среде углекислых газов:

- Выполняя MIG/MAG сварку в режиме forceArc®, инвертор позволяет обеспечить высокую мощность световой дуги на протяжении всего цикла сварки. При этом достигается быстрый и аккуратный провар трудно

свариваемых металлов и толстостенных изделий. Кроме этого, в процессе сварки формируется идеальный сварочный шов с правильным охватом корня. В результате не только снижается доработка кромок и расход производственных материалов, но и повышается качество и скорость сварки.

– В режиме стандартной MIG/MAG сварки и сварки SuperPuls оператор может использовать функцию 2T или 4T. При этом обеспечивается оптимальная работа сварочной горелки для достижения высокоэффективной сварки с длинными и короткими швами. В режиме 4T значительно снижается нагрузка на руку оператора, так как мощность дуги поддерживается автоматически.

– Чтобы исключить влияние атмосферы на сварочное соединение, применяются технологии PRE GAS и POST GAS. Благодаря этому в автоматическом режиме выполняется продувка зоны сварки газом в начальный и конечный моменты цикла.

– Функция «заправки» проволоки обеспечивает бестоковую протяжку присадочного материала, что позволяет обеспечить высокий уровень безопасности оператору. Также в режиме «тест газа» вся система проверяется на герметичность и наличие утечки.

– В зависимости от варианта исполнения инвертор может комплектоваться модульной системой охлаждения жидкостного или газового типа. При этом достигается не только оптимальная температура всех основных элементов и горелки даже в режиме интенсивной эксплуатации, но и повышается продолжительность включения аппарата, что немаловажно для производственных задач. Стоит отметить, что модульной системой охлаждения управляет цифровое термореле, что исключает участие оператора в этом процессе. Для установки, замены или профилактики модульной системы охлаждения не требуется нанимать дорогостоящих специалистов — все работы можно выполнить самостоятельно, что весьма удобно.

Технические характеристики аппарата представлены в таблице 15

Таблица 15- Технические характеристики аппарата

Вес аппарата, кг	45
Габаритные размеры, мм	624x300x535
Тип сварки	MIG/MAG
Максимальная мощность, кВА	24.60
Напряжение, В	380
Допуск сетевого напряжения	От -25 до +25%

Напряжение холостого хода,	80
Частота, Гц	50-60
Количество фаз	3
Производительность, л/мин	5
Рекомендуемая мощность генератора, Ква	35
Возможность подключения пульта управления	да
Минимальный сварочный ток, А	5
Максимальный сварочный ток, А	500
Тип сварочной проволоки	Порошковая, стальная

Аппарат представлен на рисунке 10

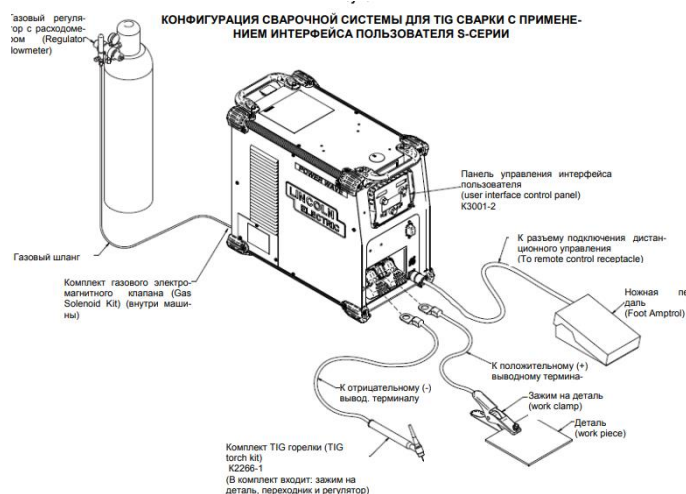


Рисунок 10- Power Electric S500

Сварочная головка и механизм подачи проволоки

Оборудование для сварки данной детали представляет собой конфигурация сварочной системы. В качестве головки включающей в себя механизм подачи проволоки служит сварочный полуавтомат Telwin BIMAX 162

Сварочный полуавтомат Telwin BIMAX 162 разработан для сварки порошковой проволокой (без газа) или электродной проволокой в среде защит-

ного газа (MIG-MAG). Небольшой и легкий аппарат превосходно подходит для небольших работ, отличается высокой мобильностью, что достигается благодаря использованию маленьких и легких проволочных катушек, для которых не нужны баллоны с газом.

Модель не перегружает сеть за счет экономного потребления энергии, оборудована системой воздушного охлаждения и термостатом, который обеспечивает защиту от перегрева, и имеет ступенчатую регулировку сварочного тока и регулируемую подачу проволоки (две скорости – минимальная и максимальная). Технические характеристики полуавтомата представлены в таблице 16

Таблица 16-Технические характеристики полуавтомата

Тип трансформаторный	Максимальный сварочный ток 140 А
Напряжение сети 220 В	ПВ на максимальных токах, % 15
Диапазон регулировки сварочного тока 30-145 А	Максимальный диаметр проволоки 1,6 мм
Напряжение холостого хода В 31	Степень защиты IP21
Вид горелки- встроенная	Диаметр проволоки 0,6-1,6 мм
Однoblочное исполнение	Максимальная масса катушки 18 кг
Вес 25 кг	Габариты 640х350х470

3.10 Контроль качества сварных соединений

Методы контроля качества сварных соединений

На практике существуют два способа проведения проверки качества для сварных соединений: **разрушающий метод контроля, неразрушающий метод контроля.**

К разрушающим методикам проверки качества можно отнести: все механические испытания готовых образцов; различные химические и физические исследования; металлографическое обследование; мероприятия по контролю исходного материала. *Неразрушающий контроль сварных соединений включает:* квалификационную проверку производственного персонала; проверку сварочного оборудования и режима сварки; визуальный осмотр внешнего вида сварного шва; различные методики проведения непосредственного выявления дефектов. К неразрушающим методикам выявления дефектов относятся: метод тепловой томографии; капиллярный метод контроля; методом истечения или испытания избыточным давлением; акустический или ультразвуковой метод контроля; электромагнитная дефектоскопия; различные радиографические методы; рентгенографический метод. При этом, вне зависимости от конечного способа контроля качества полученного соединения сварного шва, проверка обязательно должна включать и учитывать всю совокупность подготовительных, технологических и организационных мероприятий, начиная от качества подготовки поверхности заготовки, вида используемого оборудования и материалов, а также квалификации сварщика, заканчивая непосредственной технологией выполнения сварочных работ.

Выбор метода контроля сварных соединений

Проверка качества сварных соединений на наличие дефектов выполняется при помощи визуально-измерительного контроля (ВИК).

Дефекты сварных швов - это различные несплошности в металле шва, ухудшающие его качество. При оценке свариваемости стали исходят из того, что металл сварного шва должен быть сплошным. И все образования, которые делают его неоднородным, принято считать дефектами. Различают следующие виды дефектов сварного шва: микро- и макро трещины, непровары, поры, различные включения.

ВИК можно сделать при помощи линейки и увеличительного стекла или можно использовать универсальный шаблон сварщика. (Рис 12,13)

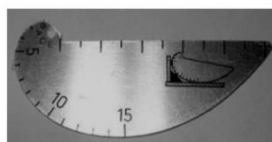


Рисунок 15- УШС 1



Рисунок 16- УШС-3

Так как данными способами мы можем проверить дефекты, которые на поверхности. Для проверки дефектов в сварном шве следует применить дефектоскоп.

Дефектоскоп- оборудование неразрушающего контроля, которое позволяет определить различного вида дефекты металлических и неметаллических включений.

Виды:

Магнитно-порошковые. Для обнаружения дефекта на поверхность контролируемого изделия наносят магнитный порошок. После намагничивания

детали частички порошка соединяются в цепочку, а над дефектом они скапливаются под действием результирующей силы.

Вихре-токовые. Возбуждают в зоне исследования вихревые токи и вычисляют изменения их электромагнитного поля.

Феррозондовые. Их применяют для обнаружения дефектов в литых деталях, металлопрокате и сварных соединениях. Эта дефектоскопия способна выявить дефект глубиной до 0,1 мм и шириной несколько микрометров.

Таким образом, для проверки рассматриваемых соединений был выбран ультразвуковой дефектоскоп УД4-76 (Рис 10).



Рисунок 17- дефектоскоп УД4-76

Дефектоскоп ультразвуковой УД4-76 общего назначения предназначен для:

1. Ручного неразрушающего контроля на наличие дефектов типа нарушение сплошностей и материалов готовых изделий, сварных соединений,
2. Измерение глубины и координат залегания дефектов,
3. Измерение толщины изделий при одностороннем доступе к ним,
4. Измерение отношений амплитуд сигналов,
5. Измерение эквивалентных размеров дефектов,

3.11 Технология производства хребтовой балки полувагона

В целях удобного расположения всех записей разработку технологического процесса выполните в маршрутно-технологической карте. В данной главе указан последовательный перечень всех операций (основных, вспомогательных, отделочных). Помещены эскизы изготовления изделия по операциям и включить данные о принятых способах и режимах сварки, наименование применяемого оборудования и вспомогательных материалов (электродов, присадочной проволоки, газов). Данные сведены в таблицу 17.

Таблица 17 – Маршрутно-технологическая карта

Название операции	Режимы и способы сварки, основные и вспомогательные материалы	Оборудование	Примечание
1	2	3	4
Транспортировка	Сварка на данном этапе изготовления не применяется	Кран мостовой, электрический	Без примечаний
Сверловка z-образных профилей	Сварка на данном этапе изготовления не применяется	Радиально-сверлильный станок ГОСТ 1222-80	Без примечаний
Обрезка z-образных профилей	Сварка на данном этапе не применяется	Керосиновый резак РК-62 ГОСТ 2909-76	Без примечаний
Скос кромок	Сварка на данном этапе не применяется	Керосиновый резак РК-62 ГОСТ 2909-76	Без примечаний
Сборка	Выполнение прихваток с помощью механизированной сварки Зачистить места наложения прихваток Прихватить упор к балке четырьмя прихватками Загрунтовать места сопряжения упора с подпятником и полок зетов Установить установочную плиту на упор с подпятником и прижать её пневмоприжимом Прижать плиту к полкам зетов хребтовой балки верхним прижимом Прихватить упор с подпятником к полкам шестью прихватками 6х30,...35 (L=300А; U=30 В; V _{св} =38м/ч	Стенд для сборки с пневмоприжимами грунт ГОСТ 25129-82	

Продолжение таблицы 17

1	2	3	4
	<p>Зачистить места наложения прихваток</p> <p>Поочередно прихватить диафрагмы к вертикальным полкам хребтовой балки четырьмя прихватками 16х30 ($L_{\text{св}}=300\text{А}$; $U=30\text{ В}$; $V_{\text{св}}=32\text{ м/ч}$)</p> <p>Повернуть балку на 90° приварить диафрагмы ($L_{\text{св}}=300\text{А}$; $U=30\text{ В}$; $V_{\text{св}}=32\text{ м/ч}$)</p> <p>Зачистка прихваток</p>	<p>Углошлифовальная машинка</p> <p>Сварочный аппарат Power Electric S500</p> <p>Углошлифовальная машинка</p>	
Сварка	<p>Сварка продольных швов выполняется на роботизированной линии для сварки</p> <p>Сварка производится в среде защитных газов</p> <p>Общая длина продольных швов $L_{\text{общ.}}=38880\text{ мм}$</p> <p>Для соединения С8: $F_{\text{н}}=30\text{ мм}^2$; $d_{\text{э.п.}}=1,2$; $V_{\text{св.}}=15,5$; $V_{\text{э.п.}}=340$; $I_{\text{св.}}=209$; $U_{\text{д.}}=24$. Выполнить три прохода.</p>	<p>Telwin BIMAX 162 Power Electric S500</p> <p>Защитный газ K-18</p>	
	<p>Для соединения С12: Подварочный: $F_{\text{н}}=30\text{ мм}^2$; $d_{\text{э.п.}}=1,2\text{ мм}$; $V_{\text{св.}}=9,13\text{ м/ч}$; $V_{\text{э.п.}}=201\text{ м/ч}$; $I_{\text{св.}}=228\text{ А}$; $U_{\text{д.}}=25,4\text{ В}$; $q_{\text{з.г.}}=11\text{ л/мин}$ Второй: $F_{\text{н}}=40\text{ мм}^2$; $d_{\text{э.п.}}=1,2\text{ мм}$; $V_{\text{св.}}=10,13\text{ м/ч}$; $V_{\text{э.п.}}=211\text{ м/ч}$; $I_{\text{св.}}=231\text{ А}$; $U_{\text{д.}}=27,4\text{ В}$; $q_{\text{з.г.}}=12,1\text{ л/мин}$ Третий: $F_{\text{н}}=40\text{ мм}^2$; $d_{\text{э.п.}}=1,2\text{ мм}$; $V_{\text{св.}}=10,13\text{ м/ч}$; $V_{\text{э.п.}}=211\text{ м/ч}$; $I_{\text{св.}}=231\text{ А}$; $U_{\text{д.}}=27,4\text{ В}$; $q_{\text{з.г.}}=12,1\text{ л/мин}$</p>		
Отчистка		Углошлифовальная машинка	Без примечаний
Правка		Правильная машина для правки продольных балок SIZ-40	

Окончание таблицы 17

1	2	3	4
Контроль	Предварительный контроль по средствам ВИК. Последующий контроль в специализированном участке оборудованным камерами рентгеноскопии для продольных балок		

Приложение А

ОБЩЕПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ ЦИКЛ

Тема 1.1.1 Электротехника

Основные понятия электротехники

Современное понятие об электронном строении вещества. Понятие об электрическом поле и его напряженности. Понятие об электрическом потенциале и разности потенциалов. Проводники и диэлектрики, электрическая емкость, конденсаторы. Единицы измерения величин электрического поля.

Понятие о магнитном поле электрического тока. Направление магнитных силовых линий. Правило буравчика. Взаимодействие проводника с током и магнитного поля.

Магнитная индукция. Понятие о магнитной цепи, электромагнетизме, электромагнитной индукции. Самоиндукция и взаимоиנדукция.

Электрические цепи постоянного тока

Электрическая цепь постоянного тока. Величины и плотность тока. Понятие об электродвижущей силе и ее источнике. Напряжение.

Электрическое сопротивление. Закон Ома. Соединение сопротивлений.

Работа и мощность электрического тока. Преобразование электрической энергии в тепловую. Расчет электрических цепей постоянного тока.

Электрические цепи переменного тока

Понятие об однофазном электрическом токе. Параметры переменного тока в цепях с активным сопротивлением, индуктивностью и емкостью. Трехфазный переменный ток.

Физические основы работы трансформаторов. Типы трансформаторов. Типы трансформаторов.

Принцип выпрямления тока с помощью полупроводниковых элементов. Одно- и трехфазные схемы выпрямления.

Заземление электрооборудования, его назначение.

Пускорегулирующая аппаратура, защитная аппаратура.

Тема 1.1.2 Материаловедение

Общие сведения о металлах и сплавах

Общие сведения о строении вещества.

Металлы и сплавы, их структура, состав, марки. Основные свойства металлов и сплавов.

Классификация сталей на углеродистые и конструкционные.

Основные свойства углеродистых сталей и низколегированных сталей.

Тема 1.1.3 Охрана труда и электробезопасность

Охрана труда на предприятиях

Трудовое законодательство. Режим труда и отдыха электрогазосварщика. Виды инструктажей. Виды ответственности, применяемые к работникам.

Производственный травматизм. Несчастные случаи, порядок их расследования. Профессиональные заболевания.

Типовые инструкции по охране труда для электрогазосварщиков РД 153-34.0-03.231-00, ТИ РО-052-2003

Требования безопасности перед началом работы, во время выполнения работы газосваркой, электросваркой, по окончании работы.

Требования безопасности в аварийных ситуациях.

Пожарная безопасность.

Электробезопасность

Действие электрического тока на организм. Оказание первой помощи при поражении электрическим током. Меры личной электробезопасности. Требования безопасности при электрогазосварочных работах.

Оказание первой помощи пострадавшим при прочих травмах.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Дополнительное профессиональное образование как процесс непрерывного обучения граждан является актуальной сферой изучения, потому что любой специалист, желающий развиваться в сфере профессиональной деятельности, так или иначе, нуждается в повышении квалификации. Как известно, научные и производственные технологии стремительно развиваются, а это значит, что всеми их преимуществами наиболее эффективно смогут пользоваться только те специалисты, которые хотят профессионального роста. А так же жить исходя из современных реалий производственного и трудового рынка. Ведь это один из основных факторов конкурентоспособности, а значит и востребованности у работодателя. В противном случае, если специалист находится в стадии стагнации и не создаёт условий перспективы карьерного роста или приобретения новых знаний, умений и навыков, то его уровень жизни рискует стремительно снизиться.

➤ Таким образом, ознакомившись с проблемой переквалификации сварщиков на производственном участке предприятия ООО «Паритет», было решено создать такую обучающую программу, которая удовлетворяла бы работодателя и была удобна для освоения рабочими. В ходе изучения проблематики сложившейся ситуации, стало понятно что, повышение квалификации сварщиков рационально провести на производственном участке потому что : срок обучения ограничился всего 0,5 месяцем.

➤ Не возникла бы проблема подбора более квалифицированного персонала.

➤ Обучение не является материально затратным , так как происходит непрерывно от производства.

Я считаю, что данная программа повышения квалификации может быть реализована на производственном участке предприятия, и успешно освоена рабочими сварочного производства.